OBSERVAÇÃO: TRATA-SE APENAS DE UM CAPÍTULO DO LIVRO DE SIMULAÇÃO APLICADA QUE ESTÁ SENDO TRADUZIDO PARA O PORTUGUÊS E QUE AINDA NÃO PASSOU PELO PROCESSO DE REVISÃO.

Capítulo 6

Construindo Modelos de Simulação Básico

O usuário intermediário utiliza a simulação como parte de suas atividades de trabalho, mas geralmente não é o foco principal das atividades diárias profissionais. Cargos típicos de usuários intermediários incluem analista de operações ou industrial, processo, embalagem ou engenheiro de produção. Profissionais envolvidos em pesquisas e desenvolvimento na área de engenharia de produção também podem ser considerados usuários intermediários. Normalmente, o usuário intermediário estará envolvido com a simulação de cinco à seis vezes por ano. Usuários intermediários podem construir modelos de simulação relativamente simples usando os menus drop-down ou assistentes, presente em vários software. Quando mais detalhes de simulação se faz necessário, o usuário intermediário pode chamar o suporte técnico ou consultores terceirizados.

Utilizar a simulação como uma ferramenta de base pode ser conseguido através do uso de lógicas pré-programadas e uma quantidade mínima de treinamentos

Este capítulo apresenta a estrutura e os componentes de análise básica encontrados na maioria dos pacotes de software de modelagem e simulação. Ele inclui uma discussão do ambiente de modelagem, apresenta a estrutura de base e a funcionalidades de modelagem dos objetos, define as relações entre objetos, descreve como mover itens através do modelo, e discute a obtenção de estatísticas de saída a partir da rodagem simples de um modelo. Este capítulo irá ilustrar a funcionalidade de um objeto como utilizado na aplicação com o Flexsim. O restante do livro desafia a capacidade do leitor em criar modelos de simulação e analisar através do software Flexsim. Enquanto Flexsim é usado nesta explicação, a funcionalidade é semelhante a outras aplicações, mas é implementado de maneira diferente.

Neste capítulo, e aqueles que se seguem, contém exercícios que irão desenvolver essas habilidades de simulação utilizados por usuários intermediários e avançados. Essas habilidades, que são necessários para a construção de simulações, são discutidos em termos gerais nos principais capítulos, enquanto os detalhes específicos da implementação Flexsim estão contidos no Apêndice

As discussões neste capítulo destinam-se a ser uma breve introdução em modelagem de simulação. Alguns dos temas que serão explorados em maior detalhe nos capítulos posteriores. Consulte o Apêndice, bem como o manual de usuário na seção de Ajuda do Flexsim para obter mais informações sobre como usar o software.

Seção 6-1 Ambiente de simulação

FlexSim, como outro software de simulação profissional, fornece suporte extensivo para construir e analisar modelos de simulação. A Figura 6.1 descreve os componentes básicos encontrados no software. A maioria dos componentes, especialmente aqueles na parte esquerda da figura, será discutido mais tarde no livro.

O ambiente de simulação para muitos software de aplicação é similar e geralmente segue as convenções aceitas.

Este capítulo refere-se ao ambiente de modelagem e foca nos componentes na parte direita da Figura 6.1. Todo o software de simulação fornece um conjunto de objetos de modelagem pré-definidos que facilitam a construção do modelo. Tais objetos incluem queues (buffers) que armazenam itens aguardando processamento (devido a atrasos não planejados), objetos de processamento que modificam ou criam atrasos planejados para itens conforme eles fluem através do modelo (operações de serviços), transporte de objetos que movem itens através do modelo, etc. O número e capacidade de tais objetos varia amplamente em diferentes produtos de software de simulação, que se encontram no mercado hoje em dia. Alguns software, como Flexsim, permite que os usuários alterem facilmente o comportamento dos objetos e usuários avançados podem criar seus próprios objetos.

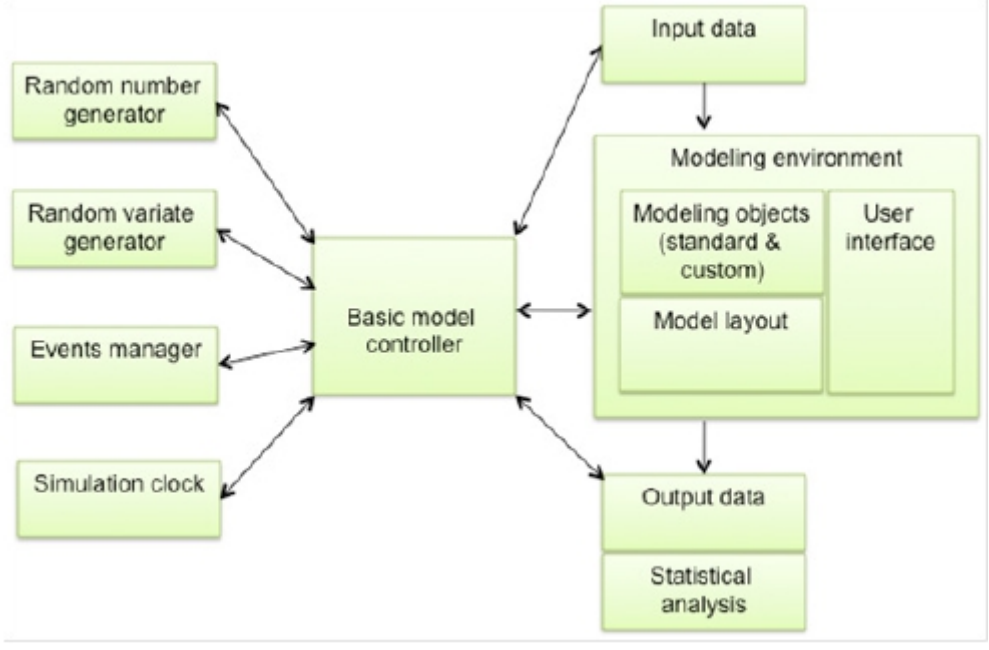


Figura 6.1 Componentes básicos de um software de simulação

Os objetos de modelagem são normalmente colocados e dispostos em um layout, ou superfície de simulação, que se assemelha a disposição física do sistema que está sendo modelado. Os objetos são conectados para representar o fluxo de itens através do modelo e permitir a comunicação entre os objetos.

Todos os produtos de software de simulação têm a sua própria interface de usuário que permite aos usuários de forma eficaz e eficiente, construir modelos, importar dados, analisar os resultados, etc. Embora grande parte da estrutura lógica ser a mesma nos vários produtos de software de simulação, a interface do usuário e acessibilidade a estrutura da lógica varia amplamente.

A interface do Flexsim é bastante eficaz para todos os níveis de usuários, no entanto, muito de seus recursos reside no fato de ser um software aberto e com capacidade para modificar os objetos e seu comportamento para melhor atender às exigências de modelagem.

Como mencionado acima e mostrado na figura 6.1, um modelo de simulação é orientado por dados, isto é, sem dados, o modelo se torna inútil e pode não funcionar. Software de simulação, portanto, precisa fornecer mecanismos para importar facilmente dados. Da mesma forma, a razão pela qual podemos construir e executar modelos é obter informações e entender as consequências das ações e, portanto, software de simulação precisa fornecer mecanismos que facilmente apresentem ou exportem dados para facilitar a análise dos dados.

Terminologias do ambiente de simulação

Ao descrever uma simulação, alguns termos são usados para falar sobre as peças que o compõem. Enquanto os nomes específicos pode variar em cada aplicação de software, os conceitos e funcionalidades são basicamente as mesmas.

Tempo e Espaço

Tempo e espaço no ambiente de simulação são adimensionais até que o usuário decida quais unidades utilizar. Quando um novo modelo é aberto no Flexsim uma tela, conforme mostrado na figura 6.2, mostrará as opções de definição de unidades do modelo. Os valores são usados durante alguns relatórios e cálculos internos. Toda a entrada de dados para o modelo deve ser consistente com estas unidades. Por exemplo, se a unidade de tempo escolhido for em segundos, o tempo entre as chegadas e tempo de ciclo para um equipamento ou posto de atendimento (processor) têm que ser expresso em segundos. Como resultado, as estatísticas que são gerados pela simulação, tal como a quantidade de tempo que um equipamento ou posto de atendimento (processor) está operando, deve ser interpretado como sendo em segundos.

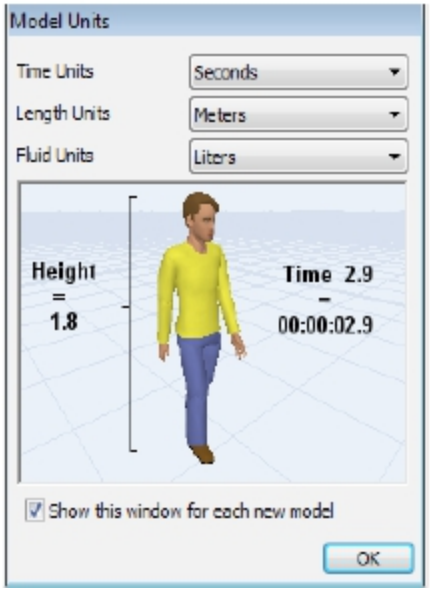


Figura 6.2 Tela de Unidades

Espaço também é adimensional. A dimensão padrão de espaço na tela de layout da simulação é uma unidade de tamanho do grid 1x1x1. O usuário tem que decidir as unidades reais que o espaço do grid padrão representam. O equipamento pode ser dimensionado adequadamente. Task executers, tais como empilhadeiras, têm valores de velocidade que lhes são atribuídas como o número de unidades de grid percorrido por unidade de tempo. Ser consistente com os valores dos dados é fundamental para uma simulação bem sucedida.

A tela principal

O Capítulo 3 trata como construir os modelos que foram construídos juntamente com o ambiente de simulação para então executá-los. Esta seção começa com uma página em branco ou o esquema conhecido como a tela principal, como mostrado na Figura 6.3.

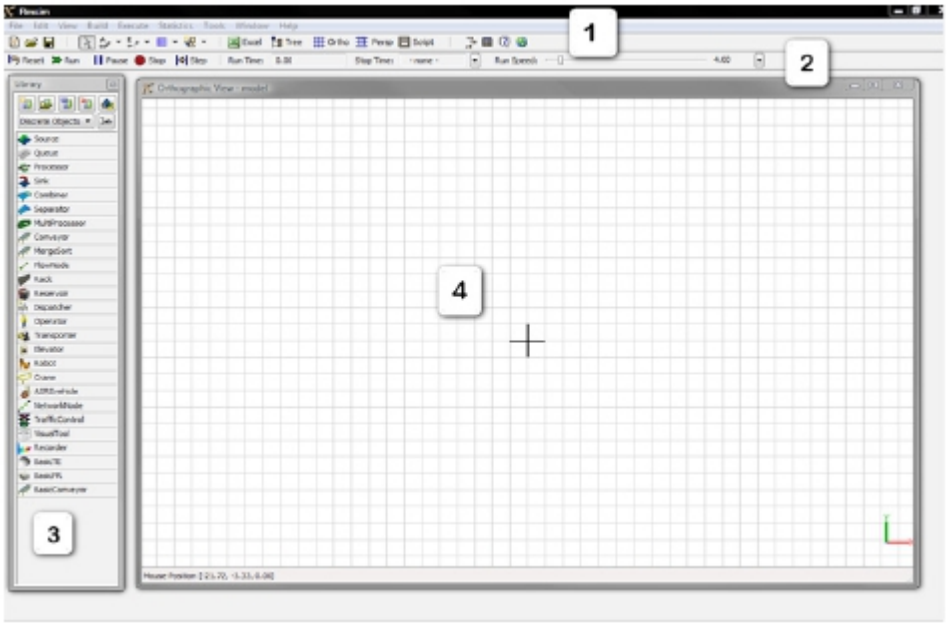


Figura 6.3 ***Superfície de simulação principal do FlexSim***

Como discutido na seção anterior, todos os aplicativos de simulação tem um ambiente no qual um modelo de simulação é construído. Este ambiente contém a superfície para a construção do modelo (por vezes referido como um layout ou superfície), menus para controlar arquivos e funções, e as unidades básicas ou objetos (entidades) que são usados para construir o modelo de simulação. Flexsim, como acontece com outros softwares de simulação, usa as convenções associados a aplicativos da Microsoft (gerenciamento de arquivos, menus drop-down, barras de ferramentas, etc). Como uma nota principal, na versão estudante ou educional de Flexsim, a marca d'água aparece nesta região como "Education Version" e é exibida na tela do layout.

A tela principal apresenta basicamente quatro áreas principais:

Area 1: Barra de Ferramenta Principal

Linha Superior: Conjunto de opções do Microsoft Windows de estilo menu drop-down para o controle de arquivos, bem como controles operacionais do FlexSim.

Area 2: Painel de Controle de Simulação

Botões

- Reset: Inicializa o modelo
- Run: Inicia a execução do modelo
- Stop: Interrompe o modelo, no final do ciclo do relógio atual (A simulação pode ser reiniciada a partir do ponto de parada.)
- Step: Move simulação adiante para o próximo evento programado no modelo

Controles de Tempo

- Run Time: Exibe o tempo atual do modelo em unidades de tempo de simulação
- Stop Time: Define um tempo específico em que a simulação será interrompido (Uma vez parado, o valor pode ser alterado para definir um novo tempo de parada futuro)
- Speed Slider: Define o número de unidades de tempo de simulação por segundo do tempo real

Area 3: Grade de Bibliotecas

Objetos que podem ser trazidos para o modelo de simulação, clicando e segurando o botão do mouse enquanto arrasta o objeto na superfície de modelagem ou o layout

Area 4: Janela de visualização do modelo

- Superfície, onde o modelo de simulação é construído

A maioria dos aplicativos permite modificações na tela de visualização básica. O apêndice mostra como a área de trabalho de simulação do Flexsim pode ser alterada visualmente.

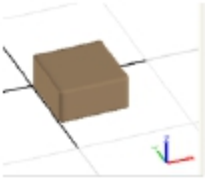
Seção 6-2 Componentes de simulação

Software de simulação com aplicações graficamente orientados fazem uso de elementos que estão colocados na superfície de simulação e podem ser vistos. No Flexsim, um objeto é o elemento de construção mais básico de uma simulação.

Objetos de simulação executam funções específicas, enquanto flowitems se movem dentro da simulação

No Flexsim existem dois tipos básicos de objetos (entidades): discretas e de fluído (contínuo). Os objetos discretos são usados para desenvolver modelos de simulação a eventos discretos, onde o modelo de comportamento resulta de acontecimentos que ocorrem em pontos discretos no tempo, como um item chegando ao sistema ou uma máquina parada devido a uma falha interna. Fluidos objectos ou contínuo são usados para descrever comportamento do modelo que resulta de alterações que ocorrem continuamente ao longo do tempo, tais como o enchimento de um tanque com um líquido. A maior parte do foco deste livro é em modelagem de eventos discretos e o uso de objetos discretos. Objetos fluído são discutidos no capítulo 14.

Simulações normalmente envolvem entidades discretas reais que se movem fisicamente em torno do ambiente simulado. No Flexsim, essas entidades são chamados flowitems. Dependendo da simulação, estes podem ser caixas, produtos, clientes, documentos, e assim por diante. Sem flowitems, não existe uma necessidade para a simulação. Alguns pacotes de software de simulação referem-se a flowitems como entidades ou transações.



o Flexsim, flowitems estão listados em Flowitem Bin que é acessado através do menu ferramentas na parte superior da tela. Normalmente, flowitems são levados a uma simulação por meio do objeto de origem, onde a escolha de usar um flowitem 3D está listado em um menu drop-down. Detalhes adicionais estão incluídas no Apêndice.

Simulações também precisam de objetos que interagem com flowitems. Estes podem executar uma operação, criam um atraso, ou mover os itens. No Flexsim, existem duas categorias gerais de tais objetos distintos: recursos fixos e executores de tarefas (recursos móveis).

Um modelo de simulação é simplesmente uma coleção destes objetos colocados juntos de modo a simular o comportamento de um sistema. O modelo de simulação Flexsim mostrada na Figura 6.4 é uma combinação de tais objectos.

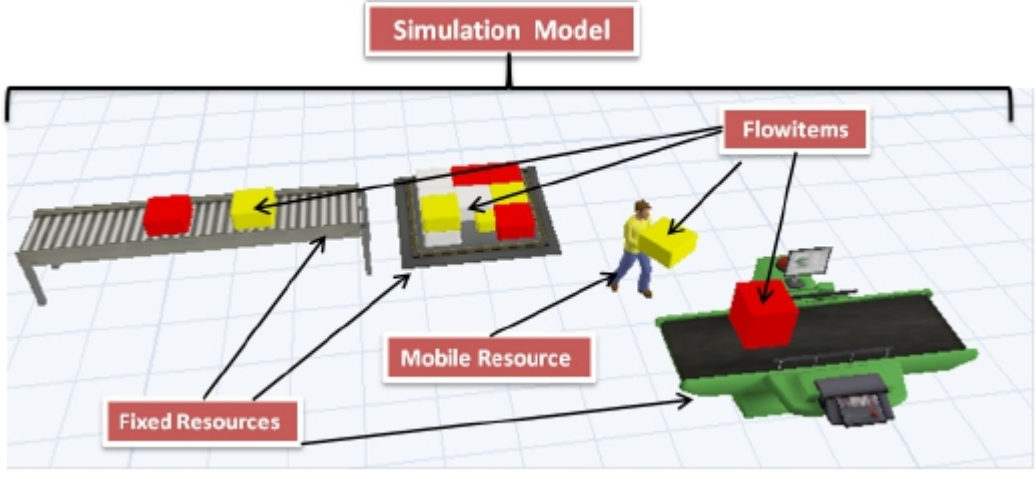


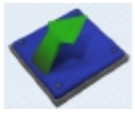
Figure 6.4 Terminologia de simulação do FlexSim

Seção 6-3 Fixed resources

Objetos que normalmente ficam em uma posição e executam operações em um flowitem são chamados recursos fixos

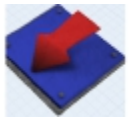
Recursos fixos são os objetos que enviam, recebem e realizam atividades / operações dos flowitems. Eles também são os tipos de objetos mais comuns. Eles são referidos como "fixos", porque eles são em grande parte estacionário. Uma vez que eles são colocados na superfície do modelo, eles tendem a ficar naquele lugar, a menos manipulado mais tarde pelo modelador. Exemplos deste tipo de objeto incluem os seguintes::

Source



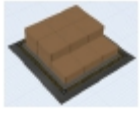
- Cria e libera flowitems
- Modos de chegada: o tempo entre chegadas, horários de chegada, seqüência de chegada

Sink



- Recebe e remove flowitems da simulação

Queue



- Armazena temporariamente flowitems quando os objetos a jusante não pode aceita-los
- Pode receber várias flowitems de cada vez
- Pode processar flowitems em lote
- Recebe flowitems até a sua capacidade máxima específica for atingida

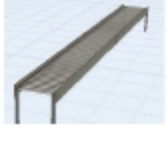
Processor

- Processa ou força o atraso de um flowitem
- Pode chamar os operadores para as operações de setup ou processamento
- Pode incorrer em paradas programadas ou não programadas
- Manipula um flowitem de cada vez ou vários flowitems de forma independente (se o seu conteúdo máximo> 1)

MultiProcessor

- Realiza um conjunto de operações ou processos em seqüência
- Operações / processos podem ter tempos separados e chamar recursos separadamente
- Manipula um flowitem por vez

Conveyor



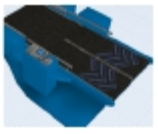
- Movimenta flowitems por mais de um caminho fixo (não necessariamente linear) em uma determinada velocidade
- Flowitems entram e saem de um conveyor de cada vez
- Modos: acumulados, não acumulados
- Capacidade limitada pelo número de flowitems ou espaço disponível no conveyor
- O espaçamento entre flowitems podem ser especificados

Combiner

- Agrupa vários flowitens

- Uma entrada da Porta 1, que pode ser um "recipiente" para armazenar flowitems de outras portas
- Pode ter tempos de processo, uso de recursos, e incorrer em paradas programadas ou não programadas
- Modos: juntar, não podem ser separados; embalar, recipiente da porta 1 é mantido e outros, podem ser separados, misturados, todos os objetos viajam como um grupo

Separator



- Aceita uma entrada de cada vez.
- Pode ter tempos de processo, uso de recursos, e incorre em paradas programadas ou não programadas.
- Modos: desembala ou divide um recipiente/tem embalado mesmo estando cheio e faz cópias de um flowitem.

.

Seção 6-4 Transporte de itens

O transporte de flowitems nos modelos do Flexsim é um movimento físico de um recurso para o outro. Este movimento pode ocorrer de diversas maneiras. Por padrão, os objetos considerados fixed resource passam flowitems para cada um instantaneamente. Além do mais, flowitems podem se movimentar de um fixed resource para outro através do uso de um objeto intermediário fixed resource, como o conveyor.

Task executers movimenta flowitems de um lugar para o outro

Flowitems também pode ser movimentados por task executers. Estes são objetos especiais que têm mobilidade dentro de um modelo. Como o nome sugere, eles estão livres para se mover dentro do modelo executando as tarefas que foram atribuídas a eles. Eles podem transportar flowitems ou ser usado como um recurso para os fixed resource (recursos fixos). Exemplos de task executers que movem flowitems são uma empilhadeira, guindaste, ambulância, cadeira de rodas, ou pessoa. Task executers que se movem para os recursos fixos e executam outras tarefas incluem um operador necessário para o setup, processamento ou operação de manutenção.

Dados, usados em lógica de simulação, podem ser adicionados em todas as classes do FlexSim.

Todos os tipos de fixed resources, task executers e outros objetos são mostrados no library grid conforme a Figura 6.5. Esta grade está localizada ao lado esquerdo da interface principal do FlexSim.

Flowitems, bem como todos os objetos do Flexsim, podem transportar dados definidos pelo usuário sobre eles, enquanto o modelo é executado. Esses dados podem ser estudados e/ou ajustados durante diferentes eventos. Exercícios futuros vão fazer uso deste recurso. Esta informação é tão versátil quanto os desejos dos modeladores. Ele pode ser usado para ajudar os fixed resources na tomada de decisões no modelo com relação aos tempos de processamento e as escolhas de encaminhamento ou rotas, além de adicionar informações estatísticas personalizadas sobre o modelo. Estas características dos objetos são chamados de labels no Flexsim e como atributos em outro software de simulação.

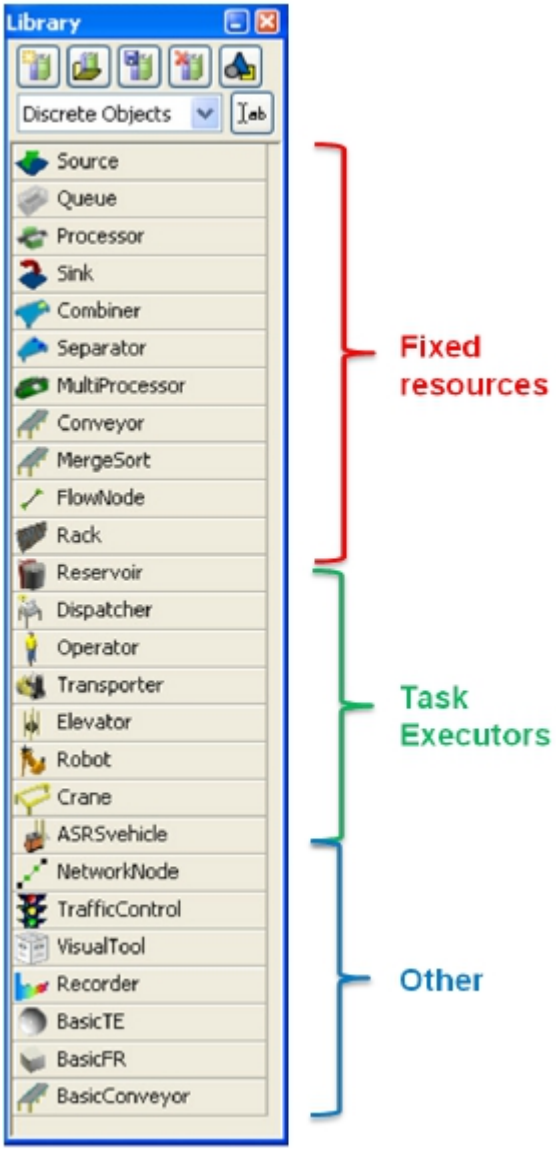


Figura 6.5 Biblioteca de objetos

Trazendo objetos para a tela

Objetos (entidades) que são usados em modelos de simulação são usualmente movimentados de algum repositório acessado através da barra de menu ou um menu drop-down. Várias convenções comuns são utilizadas para movimentar objetos para a janela de simulação.

Objetos são trazidos para dentro do modelo, vindo da biblioteca padrão do FlexSim ou de bibliotecas customizadas. Os objetos 3D da biblioteca são genéricas e representa a funcionalidade do objeto; as imagens podem ser alteradas, como descrito no Apêndice.

Os objetos podem ser arrastados para dentro da superfície de simulação (layout) de duas maneiras:

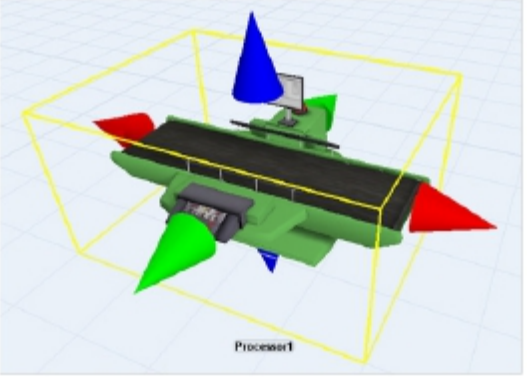
1. Clique e mantenha o botão do mouse apertado sobre o objeto na biblioteca, então arraste-o para a posição no modelo e solte o botão do mouse.

2. Entre no modo de criação de objetos clicando no botão "Create Objetcs" na barra de ferramentas principal. Em seguida, clique no objeto a ser criado na Biblioteca e clique novamente na superfície de visualização do modelo onde você deseja que o objeto seja colocado. Clique na Biblioteca novamente para trazer um novo objeto ao modelo..
3. Quando finalizado, clique no ícone padrão (ou Esc key) no menu principal.

Objetos podem ser movimentados e alterados individualmente e seu formato 3D.

Uma vez que os objetos estão na superfície de simulação, eles podem ser movimentados em diferentes posições e sua aparência visual pode ser alterada de diferentes formas. Para movimentar um objeto na superfície do modelo, clique sobre o objeto com o botão esquerdo do mouse, e arraste ele para a posição desejada. Você também pode movimentar o objeto para cima e para baixo na direção de Z usando o botão do mouse, enquanto mantém ambos os botões equerdo e direito do mouse apertados sobre o objeto. Para alterar o tamanho do objeto e a rotação, vá ao menu principal no topo da tela e selecione "Edit" No menu drop-down, clique sobre "Resize" and Rotate Objects" se ainda não estiver selecionado.

A Edição das caracterísiticas dos objetos pode ser conseguida através da janela de propriedades e suas guias associadas.



Como mostrado na figura 6.6, ao clicar sobre um objeto, três setas coloridas aparecem ao longo de cada eixo. Note-se que uma caixa amarela gira em torno do objeto para mostrar que ele está selecionado. Segurando a tecla shift e clicando com o botão esquerdo do mouse irá resultar em uma caixa vermelha ao redor do objeto. (veja o apêndice para mais detalhes).

Figura 6.6 Alterando um objeto com o mouse

Para redimensionar o objeto, clique com o botão esquerdo do mouse no eixo desejado e arraste o mouse para cima ou para baixo. Para editar a rotação do objeto, clique com o botão direito do mouse na seta correspondente ao eixo desejado e arraste o mouse para frente ou para trás. Para alterar a posição do objeto no eixo Z, mova o botão de rolagem do mouse. Para resetar o objeto, clique com o botão direito do mouse sobre ele e em Editar, selecione "Reset Object".

Seção 6-5 Editando Objetos

Todos os objetos em uma aplicação de simulação tem variáveis operacionais que podem ser modificados para caracterizar sua operação. Muitas aplicações gráficas utilizam um clique duplo para abrir um objeto. A interface de usuário e definição de variáveis depende da aplicação em particular. Para exemplificar esta situação, abra o FlexSim, selecione "Build a new model", e arraste um processor para superfície de modelagem para seguir juntamente com este texto que iremos descrever.

Dê um duplo clique sobre o objeto para abri-lô. Esta interface é usada para definir o que objeto faz e como ele se comporta; por exemplo, por quanto tempo os flowitems irão permanecer dentro do objeto, para onde eles irão quando forem liberados, e como objeto irá se parecer no modelo.

Janela de Propriedades

A janela de propriedades, como mostrado na Figure 6.7, é a visualização padrão quando um objeto é selecionado ao dar um duplo clique sobre ele. Na parte superior da janela está o nome do objeto. Conforme os objetos são criados, são atribuídos nomes padrões como *Processor* #, onde # é o número de objetos criados. É importante que cada objeto tenha um nome único.

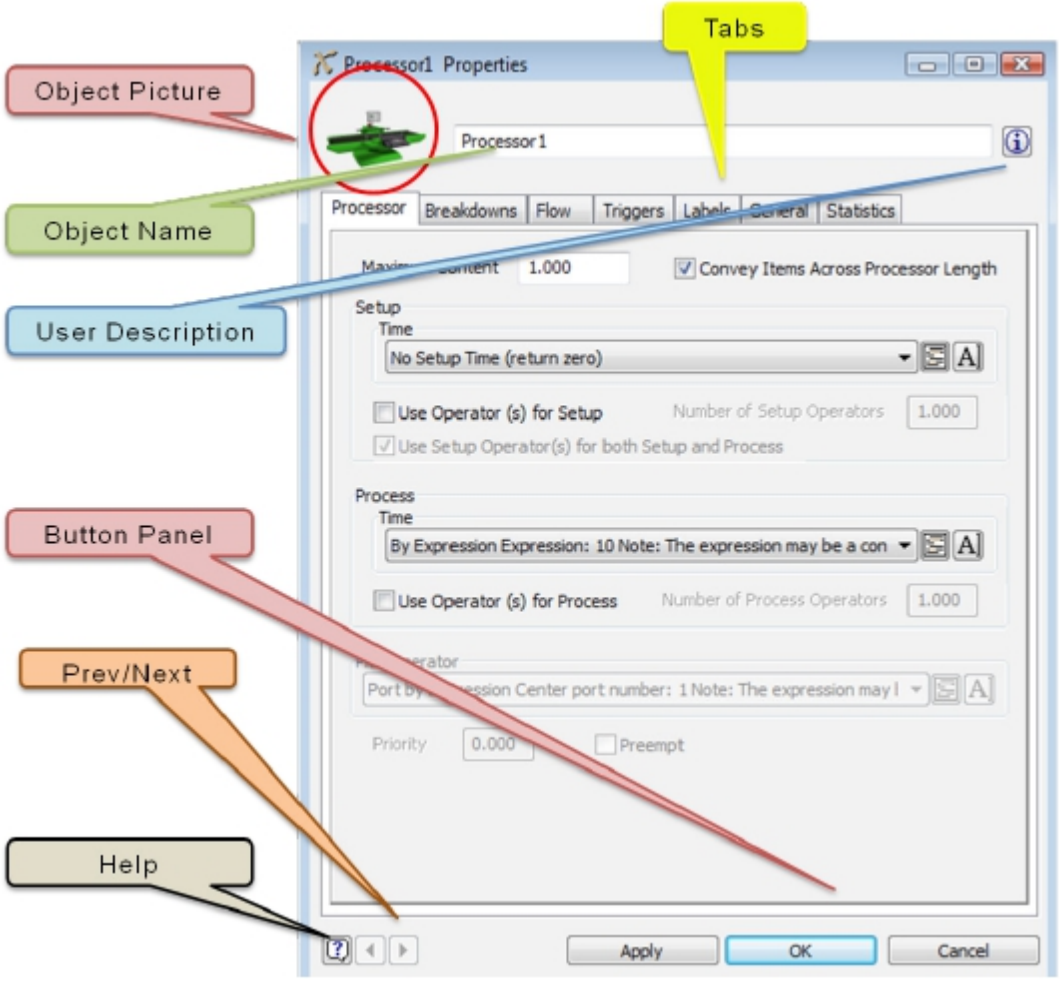


Figura 6.7 Janela de propriedades dos processors

Tendo uma convenção de nomes pode auxiliar conforme o número de objetos de seu modelo de simulação aumenta. Uma forma de adotar uma convenção seria adotar o tipo do objeto como uma parte do nome; por exemplo pr_Machine1, qu_PartSurge, cv_OutptutPath—where pr_, qu_, e cv_ indica que o objeto associado é um processor, queue, ou conveyor respectivamente.

Cada classe de objeto (i.e., fixed resource, flowitem, task executer) tem suas próprias características e conjuntos de propriedades, embora todos os objetos irão compartilhar o mesmo layout de abas. As abas abrem outras janelas que estão relacionadas com alguma função em particular. Todos os objetos tem uma aba chamada "General" e "Labels", muitas uma aba chamada Statistics, Flow, Triggers, e Breakdowns. As abas comuns contém as seguintes informações:

A guia propriedades é a janela padrão para todos os objetos e contém as informações mais relevantes sobre o objeto.

- *General:* Atributos que afetam a aparência, dimensionamento, posição e rotação de um objeto: ele também mostra uma listagem das portas de conexão para o objeto
- *Labels:* Tabela de dados definidos pelo usuário ou atributos associados com o objeto
- *Statistics:* Informação estatística, específica para o objeto, é coletado durante um modelo estiver rodando, incluindo tabelas e gráficos
- *Flow:* Lógica de como flowitems se movimentam para dentro ou para fora de um objeto.
- *Triggers:* A funcionalidade opcional do objeto para melhorar o comportamento, criar e responder a eventos envolvendo um objeto.
- *Breakdowns:* Informação sobre a confiabilidade do objeto; dados são usados para configurar as tabelas de tempo entre falhas e tempo para reparar.

Depois de fazer alterações na janela Propriedades, ou em qualquer guia, e ao clicar em *Apply* salva as alterações no objeto, mas mantém a janela atual aberta. Ao clicar em OK salva as alterações e fecha a janela. Ao clicar em Cancelar ou na caixa X no canto superior direito da janela, fechará sem salvar as alterações.

Dentro da janela dos objetos, alguns atributos são representados por um campo de edição de texto simples ou caixas de seleção enquanto outros atributos são representados por uma listagem drop-down que o FlexSim refere-se a ele como *picklist options*. A lista de opções em si é uma lista drop-down de opções comuns associados com este parâmetro. Detalhes para usar as opções da lista de opções estão contidas no apêndice.

Guia General

As propriedades visuais de um objeto são sempre encontradas na guia *General*

A aba *General* contém propriedades que afetam a aparência visual do objeto, como mostrado na Figura 6.8.

Itens na metade superior da janela modificam a forma 3D básica do objeto (detalhes no Apêndice). Logo abaixo das informações de forma encontramos a janela de seleção para a cor do objeto. Objetos que foram projetados com texturas definidas pelo usuário podem mudar de cor. Clicando sobre o ícone do navegador abre uma janela de seleção de cores. As cores podem ser selecionados diretamente ou especificando os valores RGB. Quando uma nova cor é selecionada, clique em OK.

A metade inferior da janela define o tamanho, a rotação e a posição do objeto com mais precisão do que usando os movimentos do mouse descrito anteriormente. Os valores podem ser digitados diretamente ou pode ser alterado usando as setas para cima e para baixo. Clicando no exterior da célula, aplica-se as mudanças de digitação. Movendo as janelas ao redor para que o objeto seja visto ao mesmo tempo que visualiza a guia *General,* pode tornar mais fácil para ver o efeito de quaisquer mudanças. Ao clicar na janela de simulação vai trazer essa janela para a frente e pode empurrar a janela que mostra a guia *General* para trás.

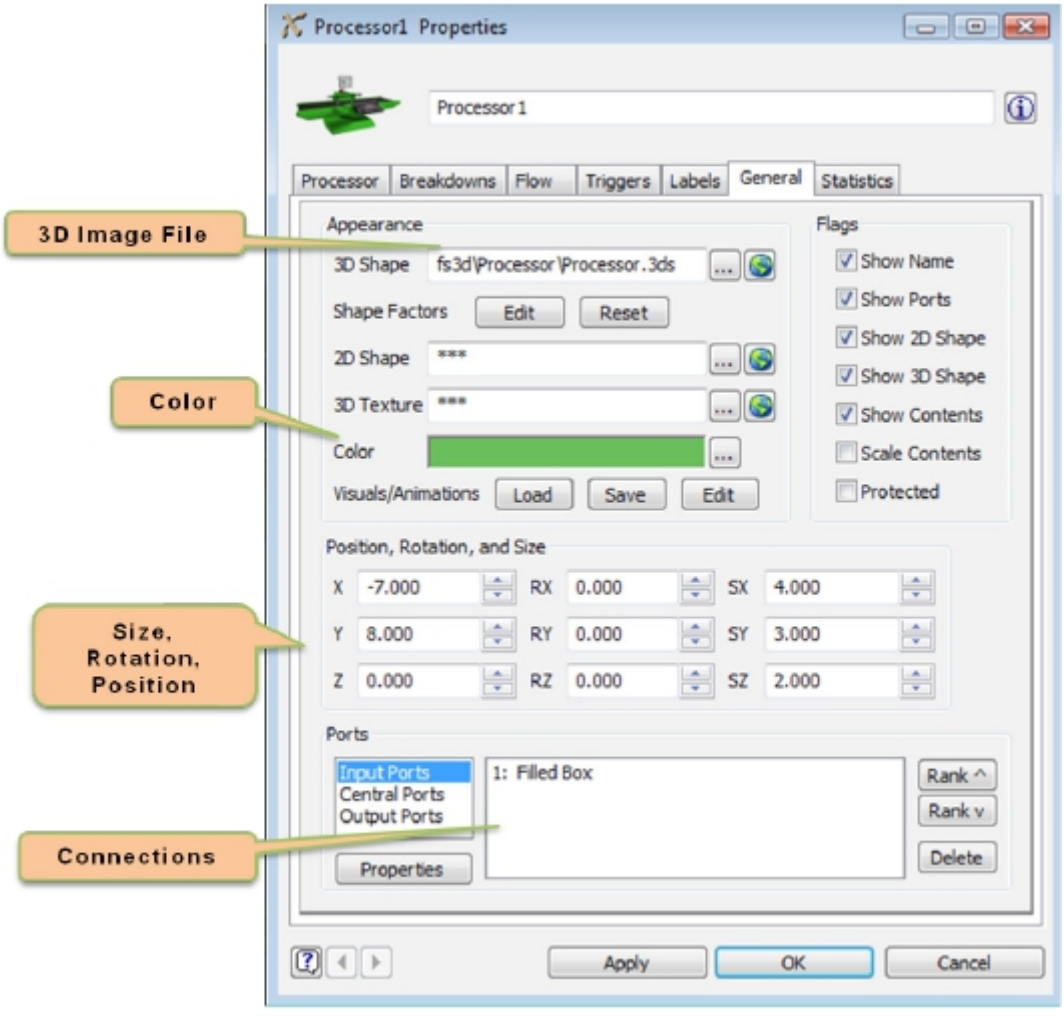


Figura 6.8 Guia de propriedades geral do objeto

Na parte inferior da janela que mostra a aba *General* encontra-se a informação sobre as conexões de portas dos objetos (conexões de portas são discutidos na próxima seção). Selecionando *Input, Outuput ou Center Ports* faz com que os objetos conectados a essas portas apareçam na listagem. Conexões de portas podem ser excluído, selecionando-os e, em seguida, clique no botão *Delete*. Para alguns objetos a sequência ou ordem das conexões é importante. Essa seqüência pode ser alterado clicando na conexão e usando o Rank para cima e para baixo para alterar a ordem da porta, sem ter que redesenhá-los no layout de simulação

Um objeto está em um dos 50 estados possíveis a qualquer momento. O tempo em cada estado é mantido como uma estatística

Guia Estatística

A aba *Statistics* também inclui informações sobre o estado do objeto. Todos os objetos de operação são de algum estado particular em qualquer ponto no tempo. Esse estado é dependente do tipo de objeto. Como mostrado na Figura 6.10, FlexSim rastreia 50 estados possíveis durante o andamento de uma simulação.

Várias estatísticas são desenvolvidas com base naqueles estados. Apenas um subconjunto do número total de estados podem ser aplicadas a qualquer um dos objetos.

Informações sobre o comportamento dos objetos durante uma simulação é agrupada na guia *Statistics* em um formato padrão

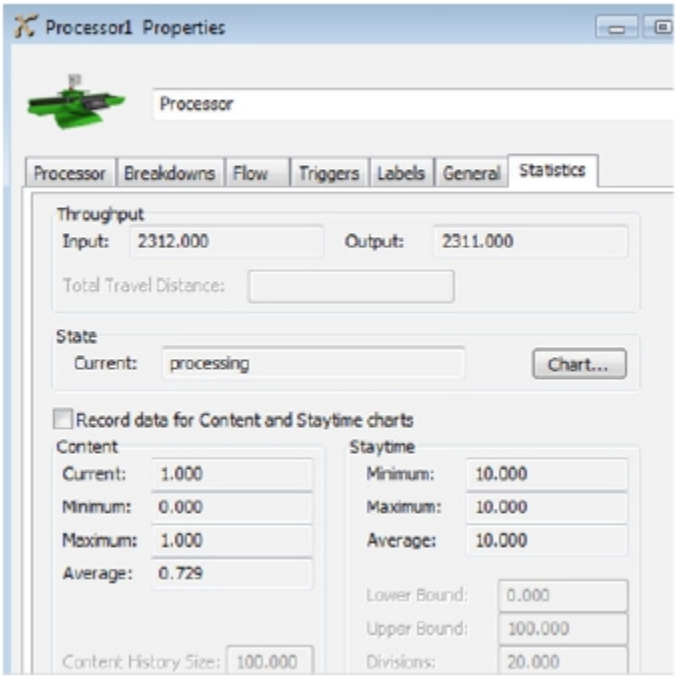


Figura 6.9 Guia de propriedades estatística do objeto

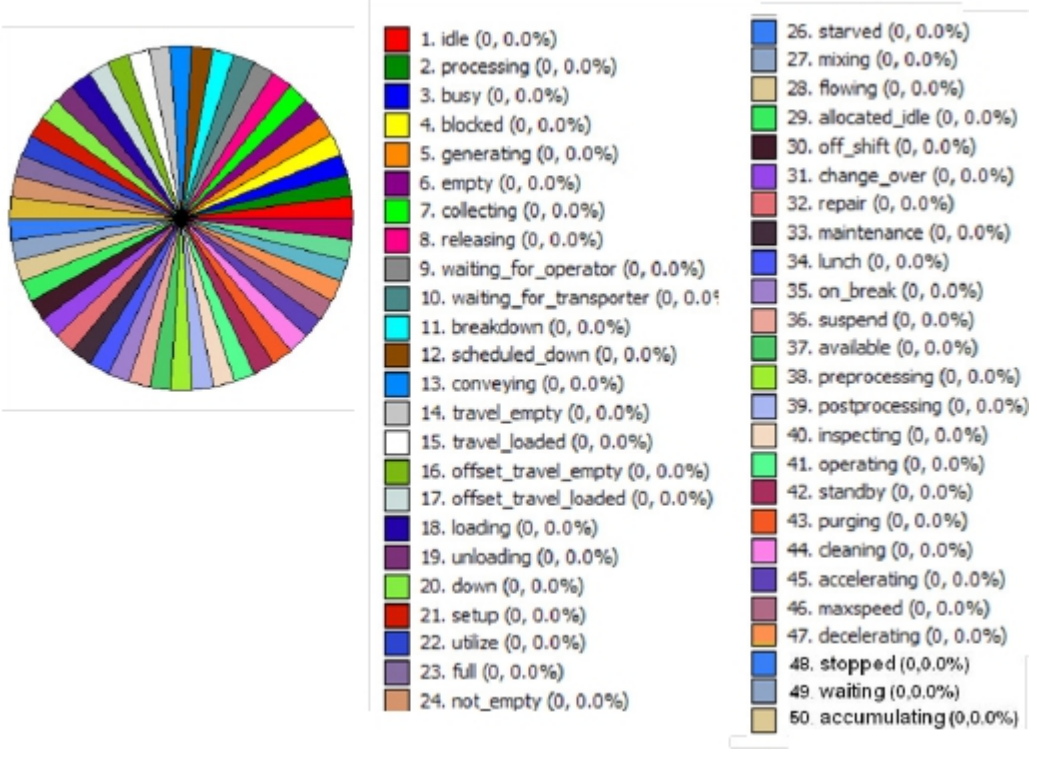


Figura 6.10 Estado dos objetos

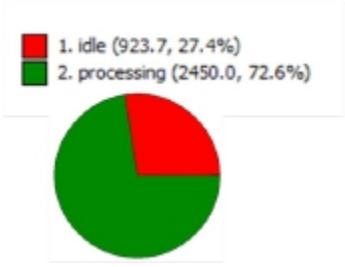


Figura 6.11 Gráfico de Pizza que mostra o estado do objeto

Clicando no botão *Chart* na janela *Statistics* traz um gráfico mostrando a quantidade e o percentual de tempo que o objeto estava em qualquer estado particular. A janela pode ser aberta durante uma simulação para ver como os estados mudam ao longo do tempo. Um exemplo é mostrado na Figura 6.11.

Seção 6-6 Realizando conexões

Flowitems se movimentam de um objeto para o outro através das portas de entrada e saída

Todos os aplicativos de simulação contém um meio de indicar como os flowitems movem-se através da simulação. A metodologia pode utilizar menus drop-down ou uma convenção de conexão de arrastar e soltar. As conexões podem ser pontos visíveis em um objeto ou ponteiros de software. Em todos os casos, a sequência correta do protocolo de ligação é crítica para que o modelo funcione adequadamente.

No *FlexSim*, os *fixed resources* movem ou estabelecem o fluxo dos flowitems ao longo do modelo utilizando conexões de porta. Estas conexões de portas estabelecem as relações necessárias entre objetos para definir um fluxo, conforme mostrado na Figura 6.12. Cada relação *output-to-input* (porta de saída para porta de entrada) define um caminho possível entre os recursos fixos (*fixed resources*). Cada possível rota ou fluxo no modelo tem que ter uma conexão que o define.

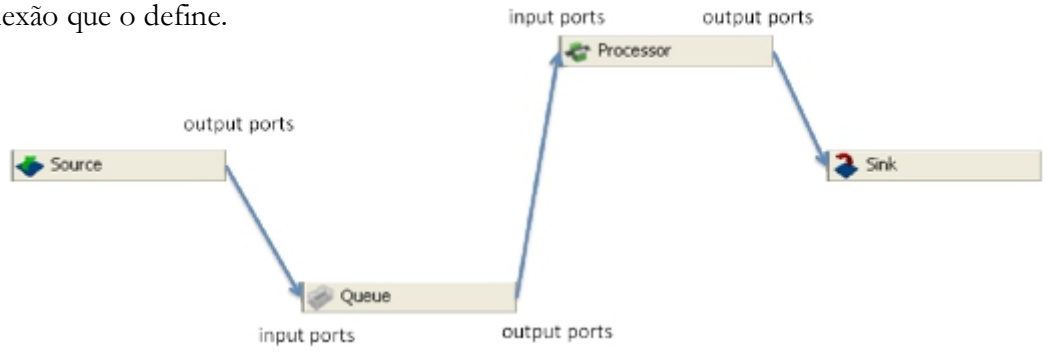


Figura 6.12 Fluxo dos flowitems através das conexões de portas

Relações de fluxo em um modelo são definidos na direção do fluxo, isto é a partir da saída para a entrada (*output to input*). Para criar uma porta de saída para a porta de entrada, no modelo, ligue a porta de saída do objeto de envio com a porta de entrada de um objeto que recebe os flowitens. Esta ligação é realizada na direção do fluxo através de:

- mantendo pressionado a tecla A,
- clicando sobre o objeto de origem ou objeto de envio,
- arrastando o cursor do mouse para o objeto a jusante ou de recebimento

Quando o botão do mouse é solto, uma conexão aparecerá. Por padrão (a menos que diferentemente especificado).

- O movimento de um objeto para outro requer tempo zero de simulação,
- Os flowitem vão para o primeiro a jusante disponível de acordo com ordem numérica das portas.

A Figura 6.13 mostra a porta de entrada e de saída para um objeto queue. Como resultado de uma conexão feita entre as portas, flowitems irão se movimentar de um conveyor para um queue e então um por um para o processor (para máquina 2 via porta 1 ou para máquina 1 via porta 2).

Um objeto tem três tipos de portas, cada uma com um número ilimitado de conexões possíveis para outros objetos

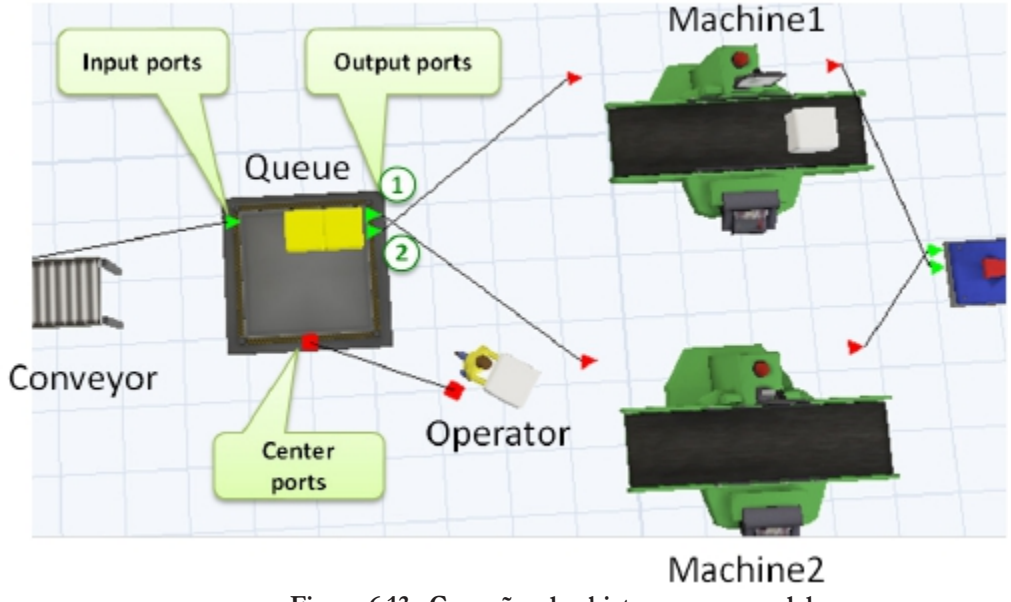


Figura 6.13 Conexões de objetos em um modelo

A partir do centro de um queue tem-se uma ligação para um task executer, neste caso um operador. Esta conexão é chamado de conexão da porta central. A relação de porta central permite que um objeto de referência para se comunicar com outro objeto. A conexão da porta central é mais comumente usado para especificar um executor de tarefas (task executer) para o transporte de flowitems entre objetos ou para ajudar na operação de um objeto. Portas centrais não são bidirecionais e, além do mais, podem ser ligados em qualquer ordem. Em resumo, as portas de entrada e saída direcionam o fluxo de flowitems através de um modelo; portas centrais facilitam a comunicação entre objetos.

Os indicadores em vermelho e verde nas portas significam sua condição atual como aberta ou fechada. Por exemplo, um processor irá ter uma porta de entrada indicada em vermelho se estiver ocupada e não pode receber um item de fluxo ou flowitem.
Conexões de entrada e saída são excluídos, mantendo pressionada a tecla Q e arrastando o cursor do mouse no sentido de montante para jusante do objeto. Conexões de portas centrais são excluídos arrastando o ponteiro do mouse entre os objetos e ao mesmo tempo mantendo pressionada a tecla W.

Conexões podem também ser deletadas ao acessar a guia "General" de um dos objetos envolvidos, conforme discutido anteriormente.

Os objetos podem ter um número ilimitado de conexões de portas.

Seção 6-7 Movimentando flowitems

Once connections are created to indicate how flowitems are to move through the simulation, the exact way they move may be specified. In some applications simply making the connection defines the movement. In *FlexSim*, flowitems can move from one fixed resource object to another in a number of ways: immediately, via conveyor, via flow node, or by a task executer.

Imediato

Uma vez que as conexões são criadas para indicar como flowitems movem-se através da simulação, a maneira exata com que se movem podem ser especificadas. Em algumas aplicações simplesmente fazendo a ligação define o movimento. No Flexsim, flowitems podem mover-se de um objecto para um outro recurso fixo (fixed resource) de várias maneiras: imediatamente, via conveyor, via flow node, ou por um task executer.

Conveyors

Conveyors fornecem uma forma padrão de movimentar flowitems de um objeto para outro. Eles são usados extensivamente em operações de sistemas.

O conveyor é usado para movimentar flowitems, mas é considerado um fixed resource uma vez que permanece em um local fixo durante a simulação. Ao dar um duplo clique sobre um conveyor, abre uma janela de propriedades específicas para conveyor. Existem muitos atributos que podem ser alterados para especificar como os conveyors devem funcionar e se comportar. A tela de propriedades de um conveyor é mostrado na Figura 6.14.

O lado esquerdo da interface diretamente impacta a operação do conveyor. Alguns dos atributos importantes incluem o seguinte:

- *Speed:* A velocidade do conveyor deve ser especificada nas unidades das grades (grids) em função do tempo, conforme discutido anteriormente.
- *Maximum content:* O número máximo de flowitems que podem estar no conveyor em qualquer ponto do tempo; no entanto, isto só terá efeito, se for menor do que o comprimento do conveyor dividido pelo tamanho do flowitem mais o espaçamento do item.
- *Spacing Rule:* Esta regra configura o quão distante os pontos do conveyor podem estar. O padrão é o tamanho do item.
- *Accumulating check box*: A caixa de seleção na seção "Operation" da janela indica se o conveyor está acumulando ou não acumulando. Um conveyor que acumula, com alguns com rolos, permitem que o material entrem em qualquer momento, desde que haja espaço suficiente. Consequentemente, se a saída do conveyor estiver bloqueada, os itens continuarão entrando no conveyor e irão acumular até não haver mais espaço do lado esquerdo ou a sua capacidade máxima especificada for atingida.

Um conveyor que não acumula - com os de ranhuras - só permitem um item no conveyor para cada slot. Todo o conveyor vai parar se o material não pode sair do conveyor, e nenhum material adicional será permitido entrar.

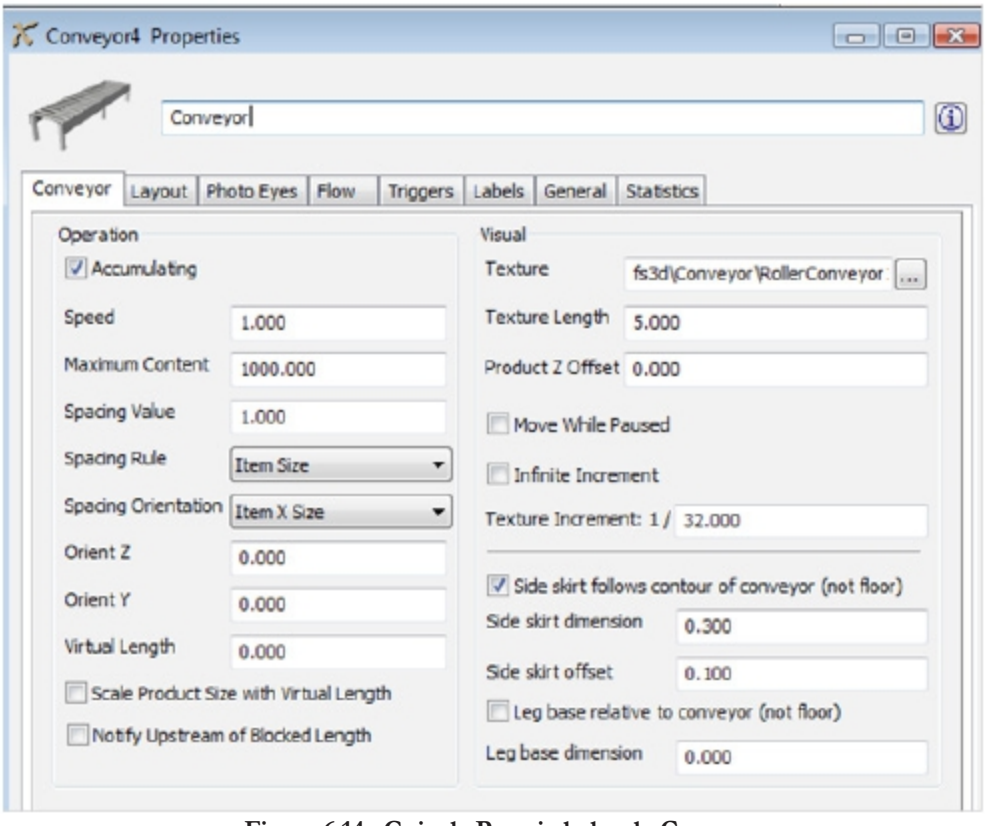


Figura 6.14 Guia de Propriedades do Conveyor

Por padrão, o tempo que leva para um flowitem viajar sobre um conveyor é o comprimento do conveyor dividido pela velocidade do conveyor. Outra maneira de influenciar o tempo do conveyor é definir um valor no campo "Virtual Lenght". Se este valor do campo for superior a 0, o tempo para transportar será o comprimento virtual (Virtual Lenght) dividido pela velocidade.

O lado direito da interface afeta a representação visual do conveyor no modelo. Por exemplo, o uso de diferentes texturas ou bit maps pode alterar a aparência do conveyor.

Conveyors podem ser estruturados para seguirem caminhos retos ou em curvas.

Conveyors têm duas guias adicionais: Photoeyes e layout. Photoeyes são sensores que podem ser posicionadas ao longo do comprimento do conveyor para configurar as trigger de um lógica personalizada. Photoeyes não são cobertos nesta seção.

Conveyors podem ser configurados para seguir caminhos complexos na simulação usando a guia Layout. Estes circuitos complexos pode envolver várias mudanças de direção em todas as dimensões (X, Y e Z). Isto é realizado através da criação de múltiplas secções. Independentemente do número de secções utilizados num conveyor, ele ainda é considerado como um único objeto. Detalhes da modificação e configurações de um conveyor estão incluídos no Apêndice.

Flow Node

Flow nodes são fixed resources que podem agir de uma maneira semelhante a uma forma muito simples de conveyors acumulados. Flowitems se movem ao longo das conexões de saída de um flow node mas com nenhuma visualização do equipamento físico. A velocidade no qual os flowitems se movimentam podes ser ajustados, bem como a quantidade máxima de itens durante o fluxo. Se a saída de um flow node estiver bloqueado, flowitems podem se acumular no final da conexão. Conexões do flow node são feitas da mesma maneira como as ligações entre outros recursos fixos (fixed resources), no sentido do fluxo, mantendo a tecla A pressionada.

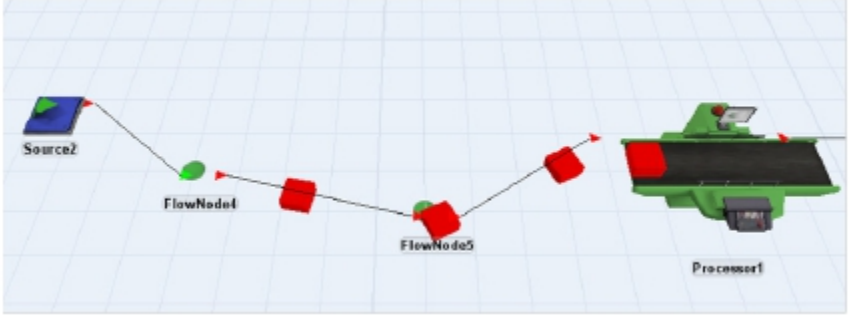


Figura 6.15 Flowitem se movimentando usando Flow Nodes

Task Executers

Task executers são recursos móveis que podem carregar flowitems de um local para outro. Eles são cobertos com mais detalhes no capítulo 7.

Seção 6-8 Criando modelos simples para familiarizar-se

Uma boa maneira de se familiarizar com as características de funcionamento de qualquer simulação software de aplicação e seus objetos é criar modelos simples ou modelos de aprendizagem. Este modelo envolve geralmente uma fonte para criar flowitems, conveyors para visualizar a movimento de flowitems e quaisquer outros objetos, como desejado. Mantendo o número mínimo de objetos é uma boa idéia, pois você pode usar valores e propriedades de um objeto em um processo de fácil compreensão para facilitar a análise do resultado da simulação.

Construir modelos simples com foco em um objeto é a melhor forma de aprender sobre suas características de operação.

1. Por exemplo, para testar o funcionamento de um processador, arraste um source, um conveyor, um processor, um outro conveyor, e um sink, como mostrado na Figura 6.16. Abra o objeto source e marque a caixa Arrival com o tempo 0. Além disso, selecione a opção "By Expression" no menu drop-down para os tempos entre chegadas. (inter arrival time). É um valor constante simples, como 2, que fará observar os resultados mais fáceis. (Se a unidade de tempo do modelo estiver em

minutos, então um intervalo entre chegadas de 2 significa que 30 flowitems irão chegar em uma hora). A cada 2 minutos chega um flowitem.

2. Abra o processor e em process time, entre com o número 1 para o tempo de processamento. Novamente, se a unidade estiver em minutos, então o tempo de processamento é a constante de 1 minuto.

3. Abra o conveyor e configure a velocidade para 1.

4. Rode o model e faça testes alterando as variáveis.

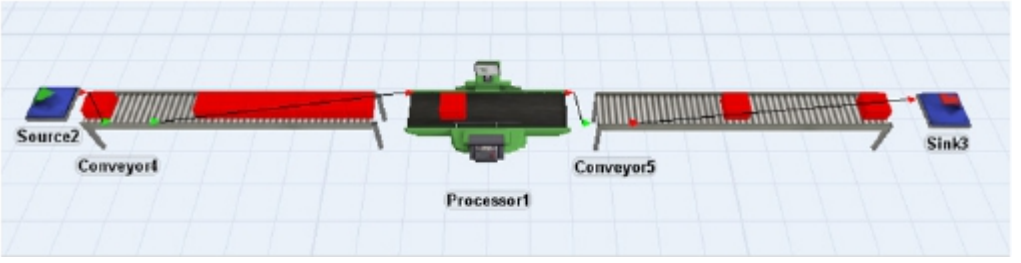


Figura 6.16 Modelo simples para aprendizagem e testes

Crie um outro modelo simples que inclui um número mínimo de componentes e examine seu comportamento e respostas a mudanças na lógica.

Seção 6-9 Estatística para simulação simples

Como discutido na Seção 5, e mostrado na Figura 6.17, cada objeto contém uma guia de Estatística que relata medidas estatísticas básicas enquanto a simulação é executada. Medidas de desemplenho de objetos também podem ser apresentados dentro do layout do modelo. É comum em pacotes de software de simulação, monitorar, calcular e relatar informações estatísticas básicas de um objeto no modelo. No Flexsim, as estatísticas de objetos primários que são exibidos na guia Estatísticas incluem o seguinte:

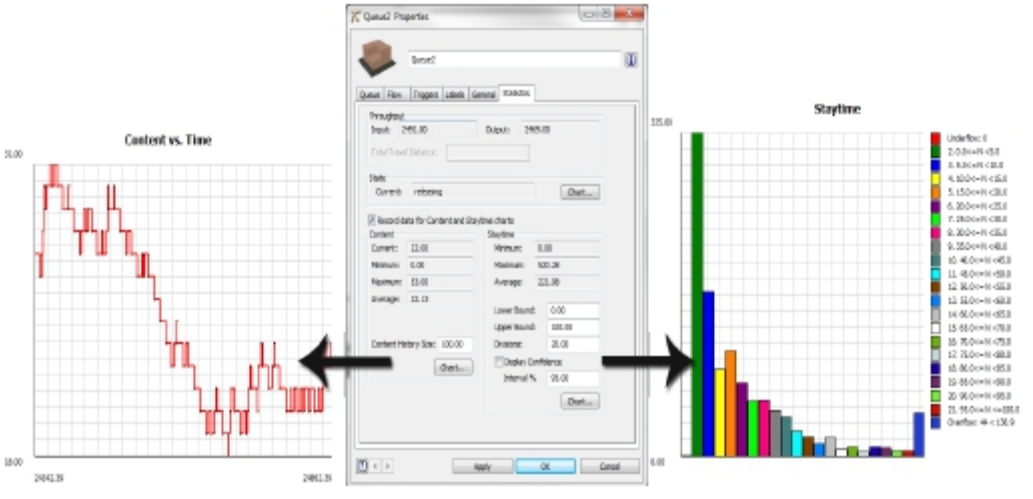
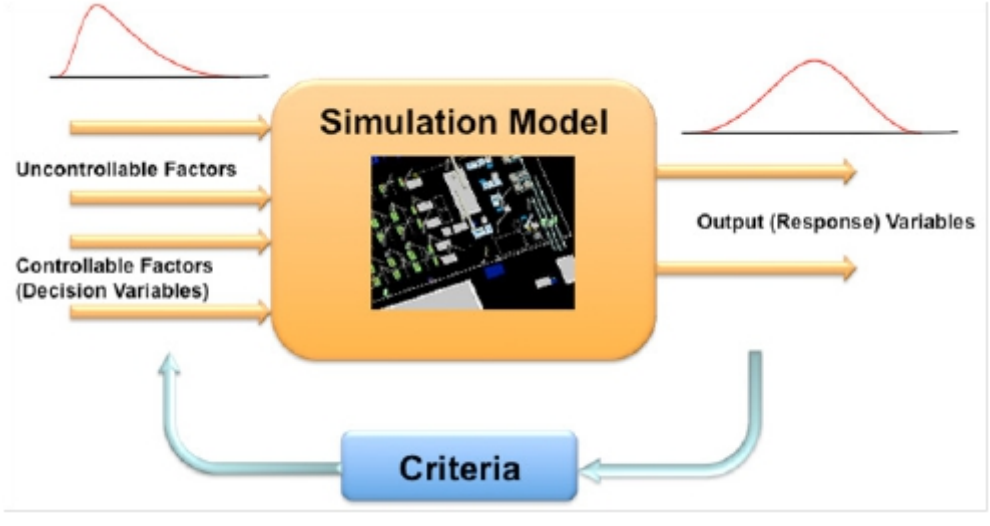


Figura 6.17 Estatísticas de objetos

- *Throughput:* O número de itens entrando e saindo de um objeto.
- *State:* Condição de operação atual (e.g., ocioso, processando, aguardando por transporte), e um gráfico de pizza mostrando o % de tempo que o objeto encontra-se em determinado estado desde o início da simulação.
- *Content*: Número médio, mínimo e máximo de itens em um objeto ao longo da duração de uma simulação, e um gráfico de linha opcional do número de itens em um objeto ao longo do tempo.
- *Staytime*: Tempo médio, mínimo e máximo que os itens gastam em uma objeto ao longo da duração de uma simulação e um histograma opcional destes tempos.

Os objetos mantém as estatísticas durante a simulação.

Estas medidas gerais são úteis para verificar se o modelo está funcionando como esperado, no entanto, os projetos de simulação, tal como descrito no Capítulo 4, devem ter objetivos específicos, juntamente com um conjunto correspondente de medidas de desempenho definidas que são utilizados para avaliar o desempenho de um sistema. Em outras palavras, como um sistema será concebido e analisado, existem algumas medidas chave que são utilizadas para determinar se uma configuração está melhor do que o outra.
Estas medidas chave (também conhecidas como variáveis de resposta), como mostrado na figura 6.18, são as saídas de um modelo de simulação. Os resultados são comparados com os critérios de desempenho do sistema e conduzem a definição de alternativas de configurações e a valores correspondentes das variáveis de entrada controláveis (também chamado de variáveis de decisão).



Nunca tire conclusões de uma simples simulação de um modelo.

Figura 6.18 Modelos com inputs estocásticos resultam em modelos com outputs estocásticos

A Figura 6.18 também indica que, se qualquer entrada para um modelo de simulação é estocástica ou probabilística, então a saída também será estocástica. Na maioria das vezes há várias entradas aleatórias para um modelo (por exemplo, o tempo entre as chegadas, os tempos de serviço, o tempo de entre falhas, indicadores de qualidade). Como resultado, é muito perigoso tirar quaisquer conclusões a partir de uma única simulação de um modelo. Tirar conclusões a partir de uma única simulação seria análogo a, em estatísticas básicas, fazer inferências com base em uma amostra de tamanho

um! Análise estatística cuidadosa é, portanto, fundamental quando se analisa os dados de saída de um modelo de simulação de eventos discretos.

A fim de tirar conclusões e fazer inferências válidas, modelos de simulação devem ser replicados, isto é, os modelos devem ser executados várias vezes. Isto envolve amostras aleatórias independentes de várias distribuições estatísticas que podem ser utilizados em um modelo. A informação recolhida através das várias simulações são combinadas para fornecer uma base para conclusões e inferências. O processo e as metodologias para fazer isto são explicados no Capítulo 10.

Exercícios

Simulação é uma tecnologia aplicada e tem pouco significado quando utilizado para simplesmente criar modelos sem um objetivo em mente. A crença de que se você acabou de construir uma simulação de algo bom vai acontecer verdadeiramente na prática. No Capítulo 4 deste livro, enfatizamos a necessidade de se estabelecer um escopo adequado e nível de detalhe para projetos de simulação discutindo uma metodologia.

As lições aprendidas ao resolver os problemas utilizando simulação são mais propensos para ser lembrado. Os exercícios deste e outros capítulos seguem esta prática. Em cada caso, o problema e os dados associados são fornecidos. Os passos para seguir deve incluir uma análise do sistema, uma definição de qual a melhor forma de simular o sistema usando um OFD para o planejamento, e uma compreensão de quais funções da simulação são necessárias para a resolução do problema.

Exercício 6-1 Johnson Pharmaceutical

Overview

Como maior fornecedor de medicamentos over-the-counter, a farmacêutica Johnson está redesenhando sua linha de remédios frios para atender a maior capacidade em tempo hábil para a próxima temporada de elevadas ocorrências de doença da gripe. O plano é da linha de embalagem ser totalmente re-desenhado. O novo plano, concebido pelo grupo de embalagens corporativo, baseia-se no conceito de "greedy". Nesse projeto, caixas de doses individuais são retirados da linha de transporte principal (conveyor), pela primeira máquina de teste/embalagem (test/wrap).
A segunda máquina de teste/embalagem envia caixas para um conveyor um pouco mais adiante. As caixas chegam na área de embalagem a uma taxa média de 60/min. As máquinas de embalagem trabalham com um processamento de 40/min. Com base nas taxas médias, as duas primeiras máquinas podem processar 133% da taxa de entrada de caixas, no entanto, um terceiro equipamento também será adicionado como um backup. O gerente de engenharia da planta lhe pediu para validar se o projeto da fábrica se compromete a atender a taxa de produção proposto.

Descrição do problema

Validar o novo layout da nova linha de embalagem.

Dados da operação

Tempo entre chegadas de caixas médicas: exponencialmente distribuído (0,1,1), com média de 1 segundo. O primeiro parâmetro é o de localização e usualmente é 0; o segundo parâmetro é a média; o terceiro parâmetro identifica a semente dos números aleatórios (mais sobre como configurar este valor mais tarde).

- Templo de ciclo da máquina de embalagem: exponencialmente distribuído (0,1.5,2) com uma média de 1,5 segundos.
- Velocidade do conveyor: 1 unidade/segundo.

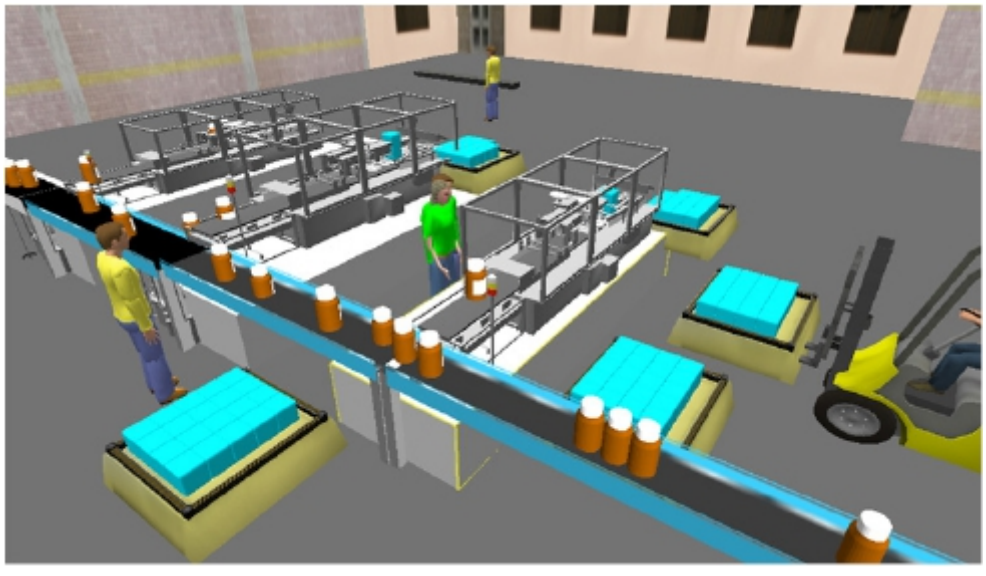


Figura 6.19 Embalagem na indústria farmacêutica

Resultados Esperados

- Desenhar o OFD do sistema.
- Comentário sobre o projeto ao rodar uma simulação por 08 horas (28,800 segundos). O que você recomendaria para o gerente da planta? Qual a taxa de produção que a planta pode se comprometer?

Pontos sobre a Modelagem e Análise

- How should the conveyors be shown? What is the flow logic for them? Como os conveyor devem estar posicionado no modelo? Qual a lógica flow para eles?
- Baseado apenas nas taxas médias, o que você esperaria da capacidade da linha e por quê?

Resultados da simulação e comentários estão inclusos no Apêndice.

Exercícios 6-2 Lucky Air

Overview

Lucky Air, uma empresa aérea em processo de start-up, está pensando na possibilidade de fornecer o serviço de ônibus entre os aeroportos de Orange County e Las Vegas.
Com sua frota de jatos regionais, a empresa sente que é o momento certo para trazer os clientes para visitas diárias rápidas em Las Vegas. Sua promessa é para voar o mais longe possível, enquanto tiver pessoas com o desejo de viajar.
Eles esperam um aumento no negócio conforme as pessoas tentam ganhar dinheiro máquinas caça-níqueis durante a desaceleração da economia.

Figura 6.20 Lucky Airlines

O proprietário quer montar a operação o mais rápido possível para que ele decida como operar o balcão de check-in com um certo número de funcionários: uma para passageiros com bilhetes eletrônicos, outra para passageiros com os bilhetes de papel, e uma terceira para os passageiros que compram um bilhete. Como o único engenheiro da nova companhia aérea, você não acha que o nível de serviço será bom e os agentes estarão trabalhando ineficientemente. Desde que você não quer enfrentar verbalmente o proprietário, você decide mostrar o que pode acontecer com através da simulação.

Descrição do problema

Você acredita que a operação proposta será ineficiente e você quer ilustrar o comportamento do sistema para o proprietário.

Dados de operação

As estimativas de demanda de passageiros, em termos de tempos entre chegadas para a emissão de bilhetes e tempo de atendimento aos passageiros são fornecidos na tabela abaixo. Suponha que o tempo entre chegadas é distribuído exponencialmente, enquanto o tempo de serviço dos agentes são normalmente distribuídos e todos os tempos estão em minutos.

Tipo Passageiro	Time between arrivals	Tempo Serviço
E-ticket	média: 5 min	mean: 3 min std. dev. 1 min
Paper ticket	média: 10 min	mean: 8 min std. dev.: 3 min
Purchase	média: 15 min	mean: 12 min std. dev.: 3 min

Resultados Esperados

- Preencha as partes I e II do modelo de projeto.
- Forneça as seguintes métricas baseado em uma simulação de 168 horas:
    - A média e o comprimento máximo das linhas de espera para cada estação de atendimento.
    - O tempo média de espera para cada tipo de cliente.
    - O número médio de clientes que cada estação atende por hora (produtitividade).
    - A utilização média de cada agente.
- Prepare um sumário executivo baseado nas conclusões visualizadas com a simulação.

Questões sobre a modelagem e análises

- Como poderia os seguintes objetos serem usados para representar a linha de espera?
    - um queue—Que opções fariam isso se tornar uma linha de espera?
    - um conveyor
    - um flow node
- Poderia um processor ser utilizado como um conveyor? Como? Sobre que premissa?
- Quais são as diferenças entre as quatro construções acima identificadas recebendo os passageiros para os agentes de atendimento? Será que a escolha impactará significativamente nos resultados?

Resultados da simulação e comentários estão inclusos no Apêndice.

Questões para revisão

1. Identifique três assuntos que você mais achou interessante neste capítulo.
2. Discuta os componentes inclusos no ambiente de modelagem de muitos software de simulação para aplicação.
3. Identifique e defina os elementos básicos que compõe um modelo de simulação desenvolvido no FlexSim.
4. Descreva como os movimentos dos flowitems entre os fixed resources ocorrem dentro de um modelo no FlexSim.

5. Descreva a diferença entre os fixed resources e os task executers (as duas categorias básicas dos recursos usados no Flexsim)
6. Discuta como a estrutura de objetos do Flexsim melhora o desenvolvimento de modelos.
7. Selecione alguns objetos do *FlexSim*; para cada um, identifique os vários estados que eles podem assumir durante a simulação.
8. Compare o comportamento dos conveyors accumulating e non-accumulating.
9. Construa um modelo no FlexSim da Compu-Help conforme descrito no Capítulo 5; no entanto, assuma que os aparelhos de atendimento não quebram. Rode o modelo por 10 horas e analise o seguinte:
    a. Número médios de chamadas em espera.
    b. Tempo médio um cliente espera antes de receber ajuda.
    c. Percentual de clientes perdidos devido a limitação do sistema de manter apenas 06 chamadas em espera.

10. Modique o modelo de Compu-Help para que a capacidade máxima da fila seja de 1000. Execute o modelo por 5 horas, pare-o (não reiniciar), e observe o tempo médio de espera. Execute o modelo para mais 5 horas, pare-o (mais uma vez, e não reset), e observe o tempo médio de espera. Repita este procedimento mais oito vezes. trace a média de tempo de espera em relação ao tempo de execução cumulativo. O que se pode inferir a partir do gráfico?

11. Discuta como o comportamento do modelo difere quando um queue, conveyor, e flow node são usados para movimentar flowitems entre dois fixed resources.

Apêndice para o Capítulo 6

Este apêndice fornece instruções de como alterar algumas configurações básicas, descrever como alterar o visual dos objetos, discutir sobre picklists, e descrever como alterar o layout do conveyor no Flexsim. Também fornece informações adicionais sobre o exercício 6-1, Johnson Pharmaceutical, e o exercício 6-2, da Lucky Air.

Seção 1 Modificando as configurações básicas de visualização

A forma como a superfície de simulação e os objetos que estão sobre ela, pode ser alterada usando o menu "View Settings". O menu está localizado no menu drop-down View na parte superior da janela. Selecionando "Modeling Utilities" e o "View Settings", faz com que uma janela com várias propriedades a serem editadas, apareça.

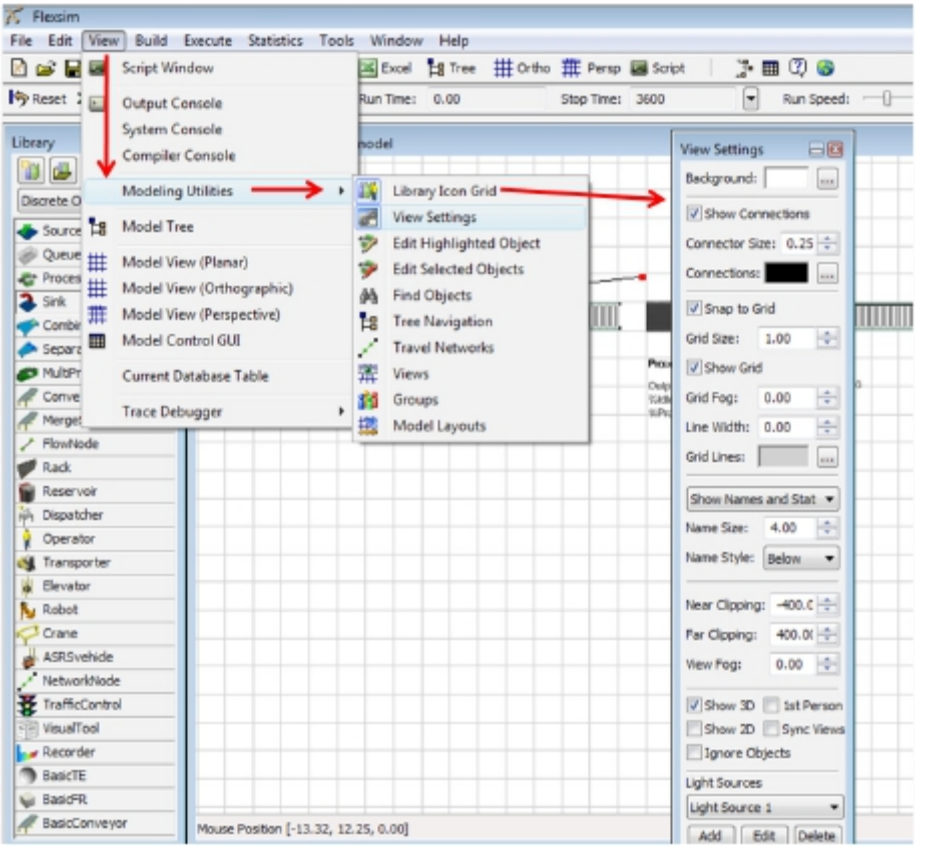


Figura A.6.1 Alterando o ambiente com o menu "View Settings"

Alterações de configurações comuns incluem a alteração da cor do background, mostrar as conexões entre os objetos, mostrar o grid, e usar o recurso "Snap to Grid". As configurações são estabelecidas para cada simulação atual. Novas simulações irão começar com as configurações de visualização padrão.

Seção 2 – Selecionando e modificando o visual dos objetos

FlexSim contém diversas ferramentas para fazer com que a construção do modelo de simulação seja realizado de forma mais eficiente. Esta seção discute as diferenças entre objetos destacados (*highlighting*) e selecionados (*selecting*) na superfície de simulação e descreve como alterar as aparências de um objeto ao alterar sua imagem em 3D.

Objetos Destacados e Selecionados

Highlighting (Destacando)

- Quando um objeto é destacado, uma caixa em amarelho aparece ao redor do obejto.
- Um objeto é destacado por padrão ao clicar sobre ele com o cursor do mouse.
- Somente um objeto pode ser destacado por vez.

Selecting (Selecionando)

- Quando um objeto é selecionado, uma caixa em vermelho aparece ao redor do objeto.
- Um objeto é selecionado ao clicar sobre ele enquando mantém a tecla shift apertada.
- Vários objetos podem ser selecionados ao manter a tecla shift apertada e arrastando o curso do mouse para cobrir os objetos que você deseja selecionar.
- Um objeto selecionado pode também ser destacado.
- Objetos selecionados irão se mover como um grupo.
- Objetos são deselecionado ao manter a tecla shift apertada e clicando no espaço em branco da superfície de simulação.

Uma vez selecionado, um objeto (ou objetos) podem ser modificados usando o menu "Edit Selected Objetcs". O menu é encontrado ao clicar com o botão direito do mouse sobre um objeto e selecionando "Modeling Utilities/Edit Selected Objects" (Figura A.6.2). Alternativamente, o menu pode ser encontrado usando o menu dropo-down em "View", na parte superior da tela e selecionando "Modeling Utilities/Edit Selected Objects".

O menu pode ser alterado dependendo da função que é escolhida. As escolhas de "Duplicate" (duplicação) e "Delete" (apagar) são úteis no menu "Edit". A função "Copy From Highlighted" é também útil. Atributos individuais (variáveis, triggers, tamanho, labels, etc.) podem ser copiados de um objeto destacado para objetos selecionados. Esta função faz com que o usuário possa preencher uma série de objetos com lógicas semelhantes, muito simples.

Alterando o visual 3D de um objeto

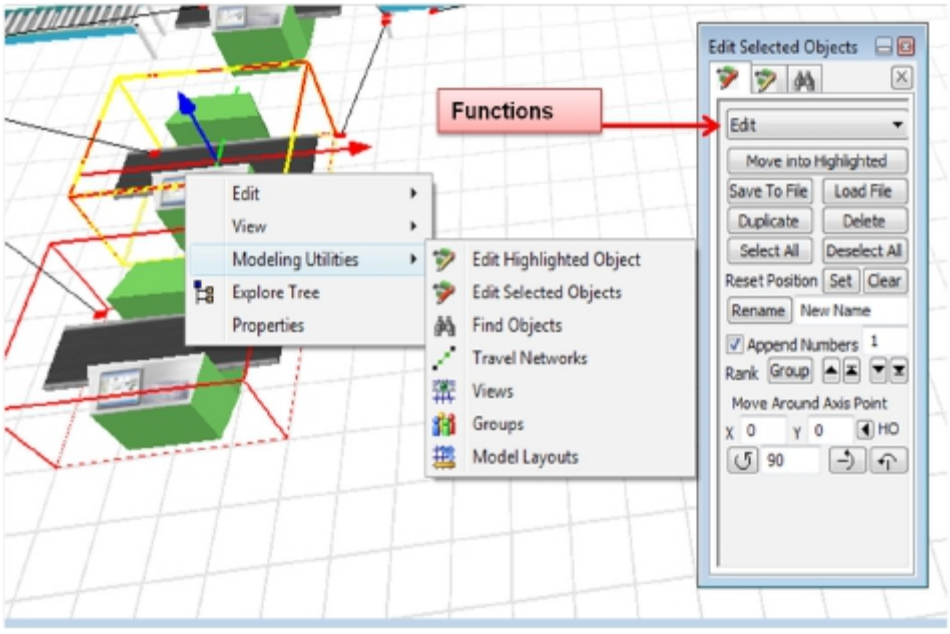


Figura A.6.2 Editando o objeto selecionado

Todos os objetos tem imagem 3D associadas com eles. As propriedades visuais dos objetos são alterados através da guia General. Conforme discutido anteriormente, as propriedades na parte inferior alteram o tamanho, localização e rotação das imagens 3D dos objetos.

Para alterar a imagen através da guia General, clique no ícone de navegação para o 3D Shape, conforme mostrado na Figura A.6.3 e então navegue para encontrar uma nova imagem. A pasta fs3d na pasta do programa FlexSim contém um certo número de imagens 3D.
Note o número de formatos de arquivos que são suportados para importação no Flexsim.
O Google 3D Warehouse (sketchup.google.com/3Dwarehouse) tem um grande número de objetos em 3D que estão disponíveis para o uso, e os arquivos do tipo .skp podem ser usados no FlexSim. Imagens que foram baixadas podem ser modificadas usando o aplicativo Google *Sketchup* Objetos 3D Stand-alone podem ser importados usando o objeto visual tool. Faça isso escolhendo "Imported Shape" do "Visual Display" picklist na guia "Display" do objeto.

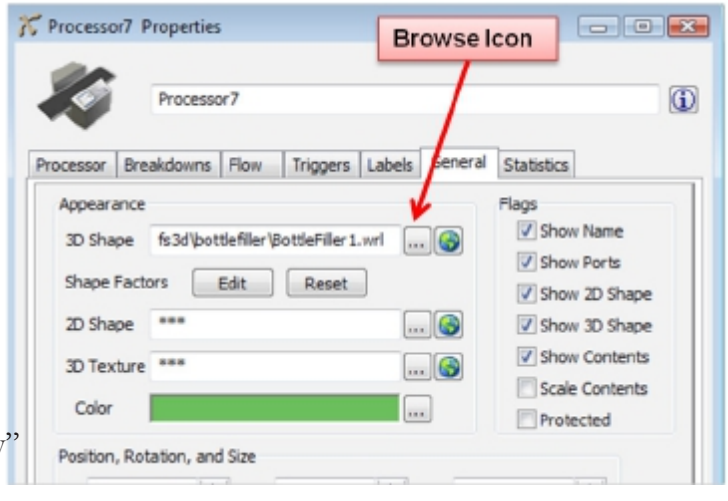


Figura A.6.3 Alterando a imagem em 3D

.

Se uma nova imagem estiver sendo importado para dentro de um objeto padrão (como o processor), é um boa idéia resetar o fator de forma para 1 antes de importar o novo formato, conforme mostrado na Figur A.6.4.

Se a imagem importada não estiver encaixada corretamente na caixa amarela ao redor do objeto, modifique a imagem ao selecionar o botão "Edit" e ajustando os fatores de forma (shape factors) até a imagem estar centralizada na caixa.

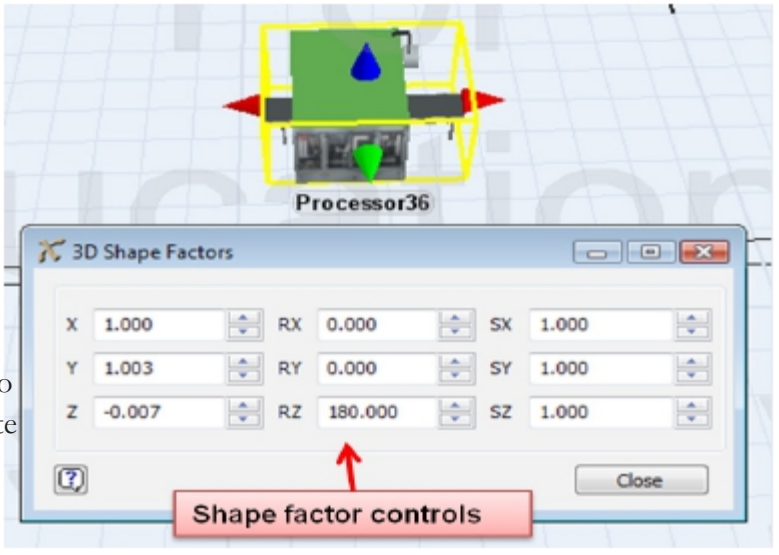


Figure A.6.4 Adjusting the image with the shape factor controls

Movimente a janela de visualização para que o objeto esteja visível enquando realiza as mudanças. Faça os ajustes finais usando os controles na guia "General" dos objetos.

É um boa prática de modelagem, armazenar todas as imagens importadas em uma pasta ou na mesma pasta onde você armazena o arquivo do modelo.

Seção 3 Picklists

A Figura A.6.5 ilustra o picklist usado para escolher o tempo de processamento. Um valor numérico ou outra expressão pode ser digitada diretamente na caixa. Na figura abaixo, foi realizada a escolha de uma distribuição estatística das opções no drop-down. A listagem de opções drop down tem várias opções. Na intitulada como "Distribution", existe uma listagem de distribuições estatísticas disponíveis. Parâmetros associado com a escolha podem ser inputados diretamente nas caixas.

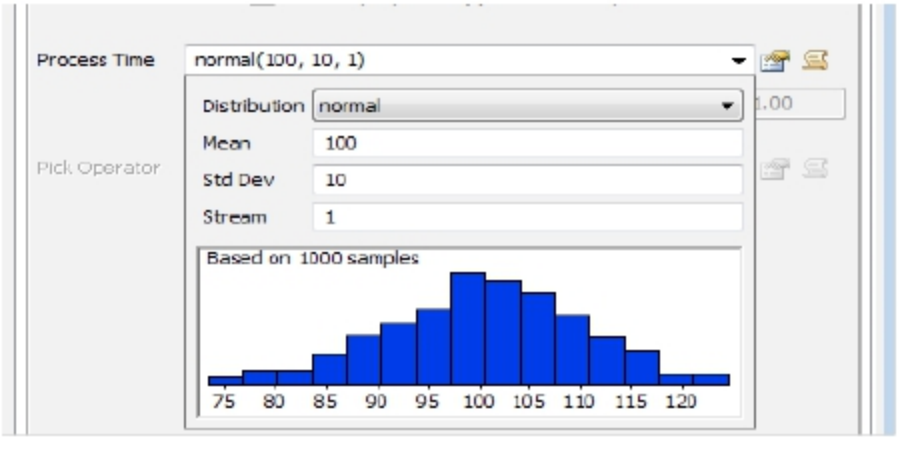


Figura A.6.5 Opções da picklist para o tempo de processamento do processor

Ao lado direito da caixa drop-down existem dois botões; cada um fornece uma forma diferente de editar os parâmetros das opções de picklist selecionados.

O primeiro botão está relacionado as escolhas dos parâmetros associados com as escolhas de pick list. A segunda maneira de editar as opções de picklist é através do segundo botão ao lado da lista. É o botão de edição por código. Este é um recurso um pouco mais avançado que permite ao usuário diretamente manipular a linguagem de modelagem associado com o atributo, o qual é discutido no Capítulo 12. O usuário intermediário deve ser capaz de construir modelos através das opções de picklist por conta própria e não precisa ter conhecimento de técnicas avançadas ou linguagens de script.

Seção 4 – Layout do Conveyor

Conveyors podem ser configurados para ter direcioamento complexos em seu layout dentro da simulação, usando a guia Layout, conforme mostrado na Figura A.6.6. Os caminhos complexos pode envolver múltiplas mudanças de direcção em todas as dimensões (x, y, e z). Isto é conseguido através da criação de várias seções. Independentemente do número de seções utilizado em um conveyor, ainda é considerado um único objeto.

Conveyor podem ser estruturados para ter formatos em curva ou em reta.

Seções em curvas ou retas podem ser adicionados clicando no botão apropriado.
Outros atributos de layout alteram o comprimento, a ascensão, ângulo e raio. Após digitar um novo valor, clique fora da célula para o efeito ser aplicado, ou clique no botão "Apply" da janela.

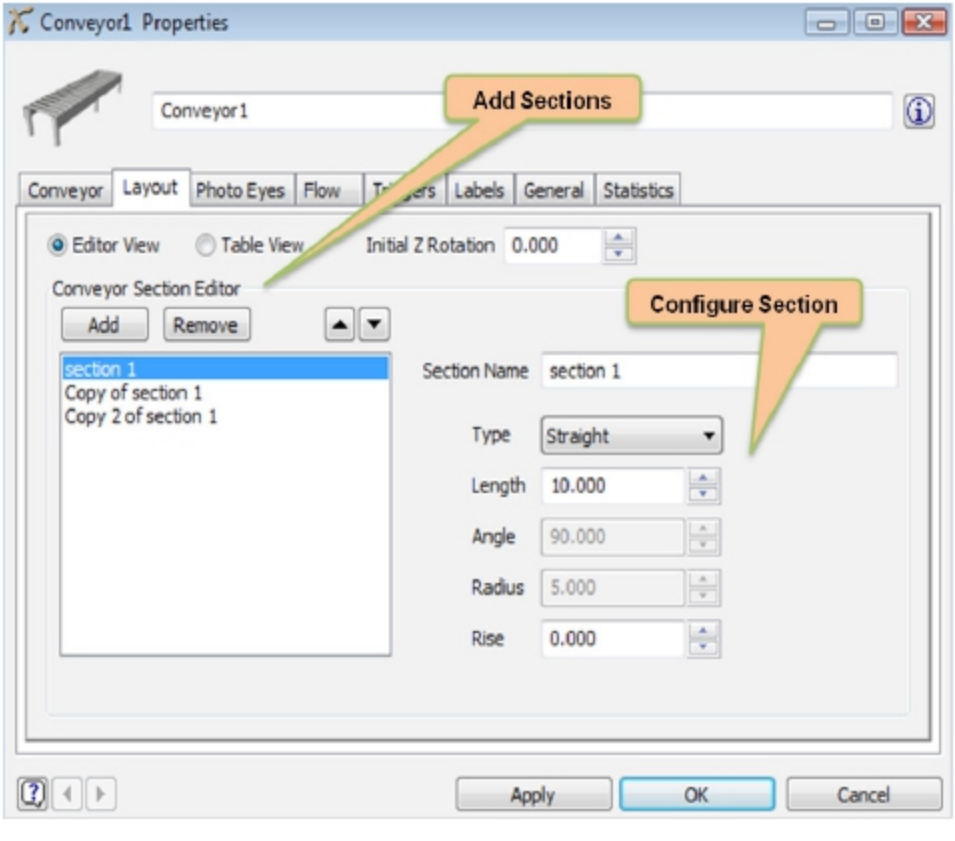


Figura A.6.6 Visualização da Edição de Layout do Conveyor

Experimente com um simples conveyor como abaixo e teste vários atributos. Selecionando o botão "Table View", teremos uma visão planar da mesma configuração.
É melhor mover a janela de layout para o lado enquanto estiver testando vários atributos; desta forma, a janela de layout e do conveyor na tela de simulação, podem ser vistos ao mesmo tempo. A caixa de rotação inicial em Z, indica a direção visual do conveyor. Movimente a flecha para cima ou para baixo para alterar a direção visual do conveyor. Um ângulo específico também pode ser determinado.

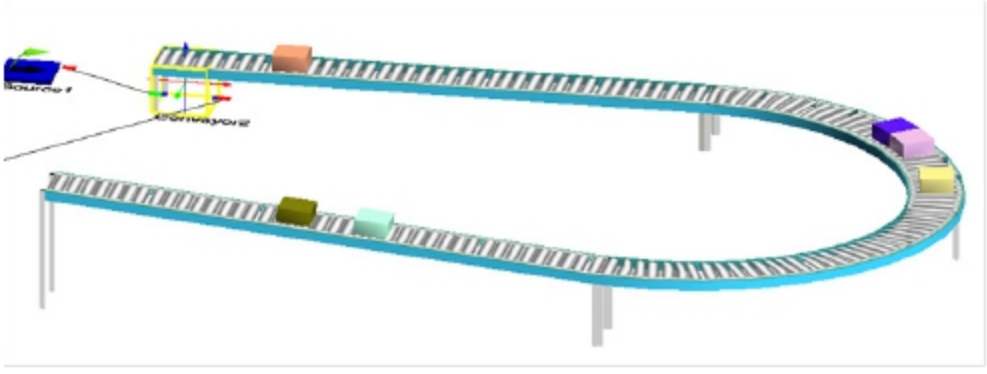


Figura A.6.7 Conveyor configurado através da guia Layout

A altura do conveyor pode ser alterado. Usualmente, o comprimento das pernas do conveyor o seguem, mas existem situações onde o conveyor deverá ser mostrado como operando diretamente no chão, como mostrado na Figura A.6.8.

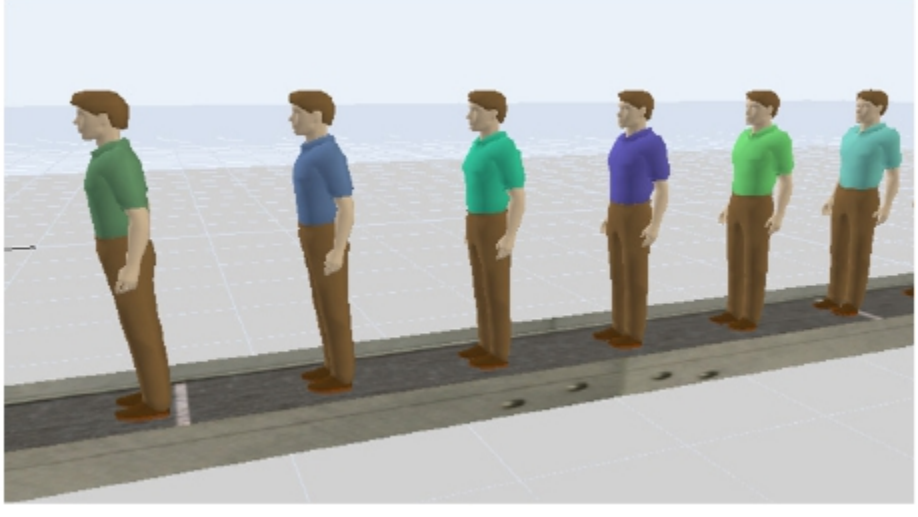


Figura A.6.8 Moving sidewalk

A imagem básica do conveyor pode ser alterado para caracterizar uma movimentação de caminha conforme a seguir:

1. Para remover as pernas do conveyor, check a caixa "leg base relative to the conveyor" encontrado na guia Layout.

2. Na guia General do objeto conveyor, configure o SZ para um número negativo para trazer o conveyor para baixo da superfície de modelagem.

Existem outros exemplos de configuração do conveyor no *FlexSim* Help ou no tutorial em português.

Seção 5 Exercício 6-1 Johnson Pharmaceutical

Notas:

- Construa os conveyor em sequência iniciando com um que vai do source para a primeira máquina Test/Wrap.
- Adicione um segundo conveyor para ir do final do primeiro conveyor para a próxima máquina, etc.
- Assegure-se de conectar os conveyors corretamente.
    - A primeira conexão output deve ir para a máquina.
    - A segunda conexão output vai para o próximo conveyor na sequência.

Note que aproximadamente 5% das caixas são perdidas; isto é, não são encaminhandos para nenhuma das três máquinas Test/Wrap.

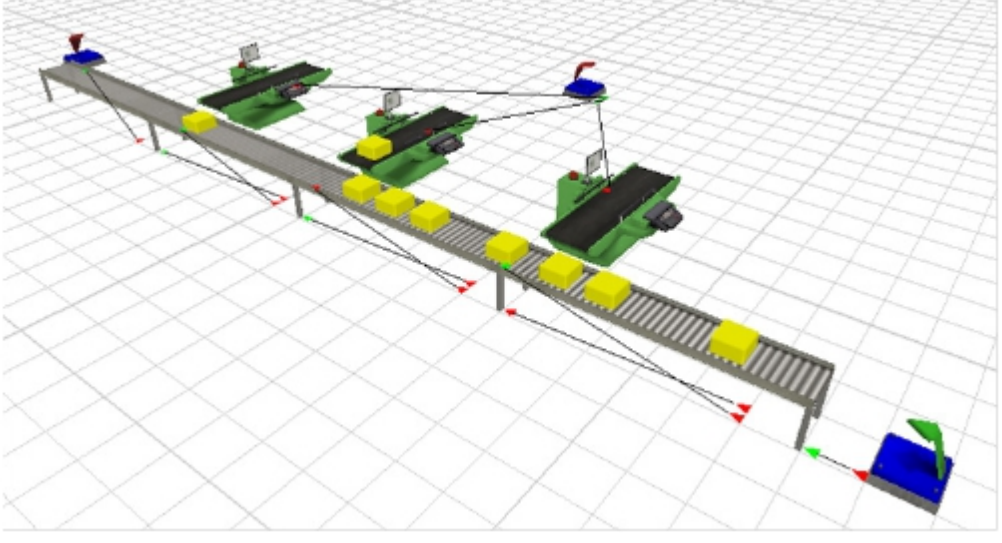


Figura A.6.9 Modelo da linha de embalagem farmacêutica

Seção 6 Exercício 6-2 Lucky Air

Notas:

- Selecione como flowitem class, Person do menu drop-down na tela de propriedades do source.

- Para ganhar experiência com várias construções e para comparar as capacidades e comportamento, use um modo diferente ou objeto para trazer cada tipo de passageiro do source para o agente da empresa aérea.
    - Use um queue
        - Altere sua forma usando a guia General, de forma a ser uma linha longa e estreita.
        - Na janela principal do queue, selecione "Stack Inside Queue" do menu dropdown para Item Placement
    - Use um conveyor
    - Use um flow node
- Se você assumir que cada unidade do grid é de 2 feet, e o tempo em minutos, então configure a velocidade do conveyor e o flow node para 125. Isto significa que os passageiros irão se movimentar 125 unidades do grid por unidade de tempo ou 250 feet por minuto(velocidade de caminhada padrão é de aproximadamente 3 miles por horas).
- Use a guia estatística dos diversos objetos para obter os resultados da simulação do modelo.

Parece estranho ver pessoas que se deslocam em uma transportadora, apesar da ligeira mudança nos gráficos e eles parecem que estão em uma calçada em movimento. Do mesmo modo, parece estranho que os passageiros descem uma máquina para o tempo em que passam a ser atendido por um funcionário da companhia aérea.
Mais tarde veremos como estes podem ser corrigidos através de alguns ajustes dos gráficos;
No entanto, por enquanto, o foco está em dominar os conceitos básicos de modelagem e entender como as diferentes construções trabalham. Observe que os objetos foram nomeados usando a convenção recomendada, isto é, usando a abreviatura do objeto e um nome descritivo.

Um modelo de projeto de simulação concluída pode parecer com o seguinte:

Part I

Novas opções de check-in

Background
Simulação está sendo usado para testar conceitos para configuração de uma nova operação de check-in.

Objetivo
O objetido deste projeto de modelagem e análise é suportar a equipe de engenharia para constução de uma melhor área de check-in para os passageiros da Lucky, incluindo layout e operação de agentes (atendentes).

Medidas chaves de performance

- O tempo de espera dos passageiros aguardando para ser atendido por um funcionárioa da companhia aérea.
- Carga de trabalho dos agentes da companhia aérea.

Variáveis de decisão chaves

- Número, tipo, e arranjo das linhas de espera na área de check-in.
- Ordem na qual os passageiros são atendidos.

Escopo de simulação

- Somente a área de check-in é considerado, em outras palavras, do momento que um passageiro chega na área de atendimento até eles serem completamente atendidos por um funcionário.

Premissas da Operação

- Passageiros se juntam em uma mesma linha após a chegada e permanecem lá até serem atendidos.
- Processo de chegado é estacionário ou constante ao londo do dia.
- Três agentes estão sempre disponíveis; isto é, os funcionários são substituídos durante os breaks, equipamentos nunca falham, etc.

Parte II

Descrição da Operação

Descrição do Sistema

Os passageiros da Lucky Air podem ser classificados dentro de três tipos principais: aqueles que usam o e-ticket, aqueles que usam um ticket de papel, e aqueles que precisam comprar um ticket. Também, aproximadamente 10% dos passageiros da Lucky Air´s são clientes frequentes e considerados "especiais". Atualmente, a Luck Air utiliza três funcionários para atender os passageiros.

Sob o sistema atual, os passageiros, no momento da chegada à área de atendimento, aderem a uma das três linhas, dependendo do tipo de ticket que eles estão portando (e-bilhete, papel, compra). Existe espaço para cada fila de espera para ser de 30 metros de comprimento, sem interferir nos espaços de passagem do terminal. Os agentes são especializados e lidam com apenas um tipo de cliente por vez.

A justificativa para o sistema é de que é mais eficiente tratar cada tipo de cliente separadamente e não misturá-los. Isto é, todos os de atendimento rápido (aqueles que posssuem o e-tickets) são agrupados juntos, aqueles de atendimento demorado (aqueles que precisam comprar e-ticket) são atendidos juntos, etc. Claro, uma desvantagem é que os agentes que estão ociosos não estão disponíveis para ajudar outros tipos de clientes.

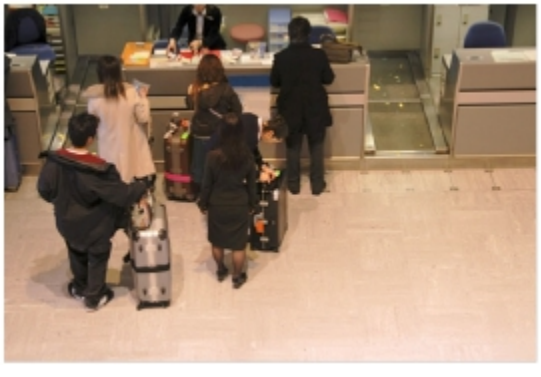


Figura A.6.10 Área de check-in dos passageiros

Clientes que voam frequentemente se juntam na mesma fila de espera como os clientes regulares. Passageiros são atendidos por profissionais de acordo com a ordem de chegada e ordem de atendimento, dentro de cada categoria.

Diagramas e Fotos de Suporte

Uma área de check-in típica é mostado na Figura A.6.10. Não existe diagramas de processo, value stream maps e layout do espaço.

Lógica especial ou outra consideração a ser incluída

Não é necessário para esta simulação.

Modelo Conceitual

O object flow diagrama na Figura A.6.11 fornece uma representação conceitual do sistema, indicando recursos chave, ambos fixos e móveis, entidades de fluxo através do sistema, e medidas de performance primária.

Referências

Não existem referencias adicionais

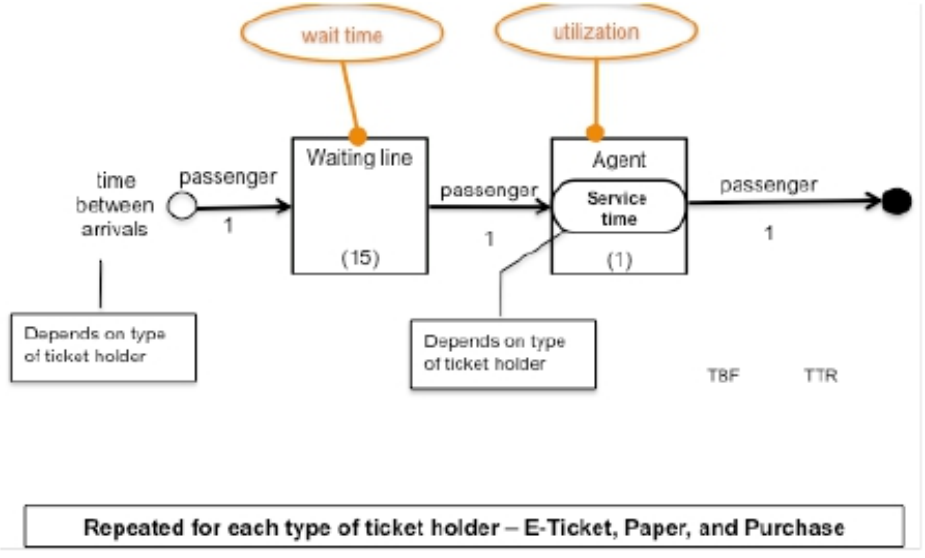


Figura A.6.11 OFD para Lucky Air

Parte III
Implementação da Simulação

Unidades de medida

1 unidade do grid = 2 feet
1 unidade de tempo = 1 minuto

Abreviações
Nada

Simplificação da Modelagem/Premissas:
Nada

Flowitems

Nome	Propridade/ Nome da Label	Valor/ Tipo da Label	Descrição/Valor
fi_Passenger	ItemType	numeric	1= e-ticket, 2=purchase, 3=paper
	Priority	numeric	0=Regular, 1=Special
	ServiceTime	numeric	by ItemType:
	Color	by ItemType	1=red, 2=yellow, 3=blue

Fixed Resources – propriedades básicas

Nome	Descrição	Capacidade	TBF/TTR
qu_ETicketLine	Ticket line for e-ticket passengers	15	none
cv_PaperLine	Ticket line for passengers with paper tickets	15	none
fn_PurchaseLine	Ticket line for passengers buying tickets	15	none
pr_Agent_ETicket	Agent for e-ticket passengers	1	none
pr_Agent_Paper	Agent for paper ticket passengers	1	none
pr_Agent_Purchase	Agent for passengers purchasing tickets	1	none

Fixed resources – labels

Nome	Propriedade / Nome da Label	Valor/ Tipo da Label	Descrição/Valor
cv_PaperLine	speed	125	
cv_PaperLine	length	15	30 feet
fn_PurchaseLine	speed	125	
fn_PurchaseLine	length	15	30 feet

Fixed Resources – detalhes operacionais

Nome	Setup Time	Process Time
pr_Agent_ETicket	none	Normal(3,1,11)
pr_Agent_Paper	none	Normal(8,3,12)
pr_Agent_Purchase	none	Normal(12,3,13)

Task executers
Não são usados task executers neste modelo.

Adicionar lógica nos objetos

Nome Objetos	Parâmetros de Operação	Lógica Flow	Lógica Trigger	Descrição
sc_ETicket	Interarrival time			TBA~exponential(0,5,1)
			OnExit	Set color to red
sc_Paper	Interarrival time			TBA~exponential(0,10,2)
			OnExit	Set color to yellow
sc_Purchase	Interarrival time			TBA~exponential(0,15,2)
			OnExit	Set color to blue

Fluid objects

Nenhum objeto de fluídos será usado neste modelo.

Visual tools

Nome dos objetos	Descrição
vt_Time	displays current simulation time.
vt_Units	displays time and special units

Informação Network

Não são usados networks neste modelo.

Global tables

Não são usados Global Tables no modelo.

Time tables

Não são usados Time Tables no modelo.

Random number stream assignments

Stream Number	Objeto onde usado	Uso
1	sc_ETicket	IAT for E-ticket passengers
2	sc_Paper	IAT for paper ticket passengers
3	sc_Paper	IAT for purchase passengers
11	pr_Agent_ETicket	ST for E-ticket passengers
12	pr_Agent_Paper	ST for paper ticket passengers
13	pr_Agent_Purchase	ST for purchase passengers

Objetos customizados

Não são usados objetos especiais neste modelo.

Interfaces de usuário

Simulação opera usando as interfaces padrões do *FlexSim*.

Visualização do Modelo

A visualização do modelo do estudo de caso básico é fornecido na Figura A.6.12.

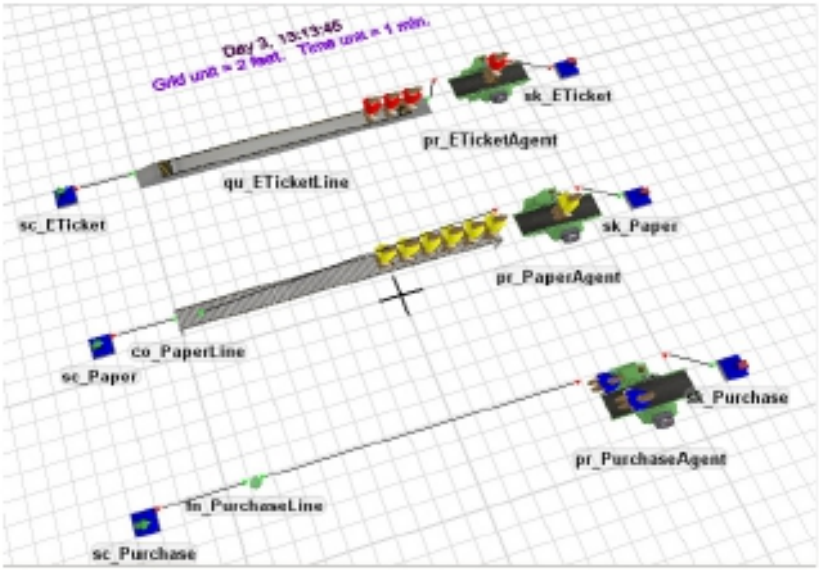


Figura A.6.12 Visualização do modelo do case

Análise dos dados de entrada

Conforme descrito na definição do sistema.

Histórico da Versão

Versão 1.0

Parte IV

Resultados

Validação do Modelo

Plano de validação

Check as expectativas de chegadas de clientes e se a carga de trabalho dos funcionários da companhia aérea são razoáveis.

Validação dos resultados

No geral para todos tipos de passageiros, há um total de 3.688 chegadas, em comparação com um total previsto de 3696 (de 0,2%).O número esperado de chegadas é uma taxa média de chegada multiplicado pelo tempo de simulação. Para os passageiros com e-ticket, o tempo médio entre chegadas é de 5 minutos, o que significa uma taxa média de chegada de 12 por hora; além do mais, 2.016 são esperados em 168 horas. Dado a alta variabilidade na distribuição exponencial, um resultado de 1.982 chegadas está razoavelmente próximo (dentro de 2% do esperado).

Questões de Análises

Definição das medidas de performance

- A média e o comprimento máximo das filas para cada posto de atendimento de clientes.
- O tempo médio de espera para cada tipo de cliente.

- O número médio de clientes de cada estação de serviço por hora (produtividade)
- A utilização média de cada agente.

Descrição do processo de análise / metodologia

Informações adicionais:

Condições iniciais: Todas as linhas estão vazias e os agentes estão ociosos.

Tempo de simulação: 168 hours

Número de replicações: 1

Tempo do período de warm-up: Não é usado tempo de warm-up

Resultados da Simulação

Os seguintes resultados foram obtidos com um tempo de simulação de 168 horas. Veja imagem A.6.13.

	E-Ticket (queue)	Paper ticket (conv)	Purchase ticket (flownode)	Total or average
Number of customers served	1982	1044	653	3679
Arrivals (expected (actual)	2016, 1982	1008, 1051	672, 655	3696, 3688
Throughput (customers per hour)	11.8	6.2	3.9	21.9
Average length of waiting line	0.43	1.67	1.85	1.03
Maximum length of waiting line	7	12	15	9.94
Average waiting time (minimum)	2.17 (0)	16.05 (0.12)	28.58 (0.12)	10.80
Agent utilization (%)	58.9	82.1	77.6	72.9

Figura A.6.13 Resultados da Simulação

Conclusões e recomendações

Houve um desequilíbrio definido no tempo de espera para os diferentes tipos de passageiros e da carga de trabalho dos três agentes (funcionários da companhia aérea). É possível que, se os agentes são treinados para atender qualquer tipo de passageiro, os tempos e as cargas de trabalho dos agentes com certeza irão melhorar. É recomendável a análise de simulação mais detahada para este exemplo e que veremos nos próximos capítulos.